

## 2.) Winterruhe oder Winterschlaf des Waschbären.

Ein Beitrag zum Stoffwechsel des Waschbären zur Winterszeit.

Von Raimund Neseni (Dummerstorf).

Mit 9 Tabellen und 5 Kurven.

I. Einleitung .....	81
II. Fragen des Stoffwechsels .....	83
1. Das Verhalten des Lebendgewichtes .....	83
2. Untersuchungen am Kot: .....	88
a) Ausnutzung der Nahrung .....	88
b) Zusammensetzung des Kotes .....	89
3. Untersuchungen am Harn .....	92
4. Die N-Bilanz .....	100
III. Hormonale Steuerung des Winterschlafes .....	101
IV. Sonstige Befunde .....	105
V. Zusammenfassung .....	106

### I. Einleitung.

Es ist eine bei den Züchtern allgemein bekannte Tatsache, daß bei den Waschbären während des Winters eine Periode eintritt, die gewöhnlich als „Winterschlaf“ bezeichnet wird. Schon Anfang Dezember kann man bei den Tieren ein Nachlassen der Freßlust beobachten, auch kommen sie seltener aus ihren Schlafkisten heraus. In milden Wintern sieht man kein so regelmäßiges Verhalten der Bären wie in strengen, in denen die Tiere unter Umständen sich tagelang nicht zeigen und auch nicht Nahrung aufnehmen. So konnten wir im strengen Winter 1939/40 feststellen, daß ein Waschbär durch 27 Tage keine Nahrung aufgenommen hatte. Die Schlafperiode dauert im allgemeinen bis gegen Mitte Februar.

Ob es richtig ist, das Verhalten des Waschbären als „Winterschlaf“ zu bezeichnen, ist fraglich; denn es war nach den bisherigen Untersuchungen noch nicht geklärt, ob diese Zeit der „Winterruhe“ auf Störungen der Hormonausschüttung zurückzuführen ist wie bei den richtigen Winterschläfern. Wenn wir nun feststellen wollen, ob es sich bei den Waschbären um einen wirklichen Winterschlaf, d. h. um einen physiologischen Hunger oder um gewöhnliche Hungererscheinungen handelt (Hungerschlaf), so müssen wir selbstverständlich die bisher bei den verschiedenen Winterschläfern und anderen Tieren sichergestellten Untersuchungsergebnisse zum Vergleich heranziehen.

Allner (1939) nennt die Periode einen „Winterschlaf mit herabgesetzten Lebensfunktionen“ und meint, daß mit den fortschreitenden Generationen in der Gefangenschaft die Neigung der Waschbären zum Winterschlaf immer geringer wird. Auch Stichel (1936) gibt die Möglichkeit der Herauszüchtung solcher Tiere zu. Bode (1933) dagegen verzichtet im Herbst bewußt auf jede besondere Mast und führt auch keine Hunger-

tage ein. Er hat mit dieser Methode angeblich gute Erfolge gehabt. Er gibt aber später (1936) zu, daß eine zahlenmäßige Feststellung der Fasttage, wie sie von vielen Züchtern gepflegt wird, nur für die Tiere von Vorteil ist, die einen ganz bestimmten Grad der Herbstmast erreicht haben. Jedenfalls sehen wir bei Durchsicht der Pelztierzüchterzeitschriften, daß über die Frage der Notwendigkeit der Winterruhe in den Kreisen der Pelztierzüchter selbst noch keine Einigkeit besteht, daß aber die Mehrzahl sich doch der „biologischen Notwendigkeit des Winterschlafes“ bewußt ist (v. d. Brinken 1936, Röhrs 1936, Stichel 1936). Eichenberger 1934, sowie Schmidt (briefliche Mitteilung an Dr. Tischer, Lieberwerd) sind der Meinung, daß es sich eher um einen Hungerschlaf als um einen typischen Winterschlaf handelt.

Wenn wir nun die Literatur über den Winterschlaf weiter durchsehen, so finden wir Angaben über die echten Bären und über die Dachse, kaum aber über die Halbbären, zu denen der Waschbär gehört. Es ist das ja auch nicht verwunderlich, weil die Halbbären in der Hauptsache Tropicentiere sind, die es nicht nötig haben, Winterschlaf zu halten. Nur einige nordamerikanische Unterarten des Waschbären, darunter unser Farmwaschbär, erleben überhaupt einen Winter. Immerhin sind nun die Familien der Bären und der Marder die nächsten Verwandten der Familie der Halbbären. Das berechtigt uns, die Verhältnisse bei ihnen zum Vergleich heranzuziehen. Vergleichen wir nun die bekannten Tatsachen, so fällt auf, daß Unterschiede zwischen Bären und Dachsen (also zwischen den winterruhenden Raubtieren) einerseits und den eigentlichen Winterschläfern bestehen. Pechuel-Loesche (1890) sagt, daß die Bären nicht in einen ununterbrochenen Winterschlaf verfallen. Sie schlafen oder duseln vielmehr in halbwachem Zustande und sind sofort rege, wenn sich etwas Verdächtiges ereignet. Auch Adler (1926) erwähnt, daß der Bär keineswegs ein eigentlicher Winterschläfer sei, wenn er sich auch im Winter in Verstecke oder in Bauten zurückzieht und hier häufig schlafend angetroffen wird. Zu derselben Ansicht kommt auch Martel (1930), der bei Bären und Dachsen von einem „charakteristischen Schlafzustand“ spricht, der jedoch bei dem geringsten Geräusch unterbrochen wird. Dazu kommt noch, daß, wie Merzbacher (1904), Barkov und Brehm (1890) anführen, das Weibchen des Bären gerade während der kältesten Wintermonate trächtig ist und nach entsprechender Zeit wirft. Letzteres trifft zwar für die Waschbären nicht zu, denn wir sehen im allgemeinen Ende Januar bis Ende Februar die Tiere in die Ranz treten, während die Geburten nach einer Tragezeit von 60—63 Tagen im März bis Mai stattfinden. Martel (1930) führt weiter an, daß der Bär im Gegensatz zu der größeren Anzahl der anderen winterschlafenden Tiere schon mehrere Wochen vor dem Eintritt der Winterruhe fastet. Dies ist nun bei unseren, in den Farmen gehaltenen Waschbären nicht der Fall, und doch finden wir das Auftreten des sog. Winterschlafes.

Zum richtigen Winterschlaf gehört nach den bisherigen Untersuchungen aber nicht nur eine starke Herabsetzung des Stoffwechsels, sondern auch ein Sinken der Körpertemperatur auf etwa den Grad der Umgebung. Diesbezüglich führt Adler an, daß durch zahlreiche Messungen eine absolut konstante Temperatur des Bären im Sommer wie Winter gesichert erscheint und daß daher die Annahme eines Winterschlafes für den Bären hinfällig sei. Wenn auch spezielle Untersuchungen über die Körpertemperatur des Waschbären nicht bekannt geworden sind, so ist doch anzunehmen, daß die eben angeführten Verhältnisse auch für den Waschbären zutreffen, so daß wir auch bei diesem im allgemeinen eine konstante Körpertemperatur voraussetzen können. Es würde also das eine Merkmal, die starke Herabsetzung der Körpertemperatur, für den Bären nicht zutreffen. Andererseits muß aber hier auf

die Versuche von Dvorkin und Finney (1924), Dische, Fleischmann und Trevani (zitiert nach Ferdmann und Reinschmidt, 1931), sowie von Suomalainen (1939) hingewiesen werden, die Murmeltiere resp. Igel durch Einspritzung von Insulin in einen künstlichen Winterschlaf versetzten. Bei diesem „Insulinschlaf“ fiel die Temperatur der Murmeltiere nicht in dem Ausmaße, wie wir es vom natürlichen Winterschlaf her wissen. Während bei diesem niedrigste Körpertemperaturen von 4—6° C beobachtet wurden, sahen Dvorkin und Finney trotz einer Körper- und Außentemperatur von 28° C doch eine völlige Starre der Versuchstiere. Für die echten Winterschläfer gibt nun Morgulies (1923) an, daß sie gewöhnlich bei einer Außentemperatur von 15° C in Schlaf verfallen und bei 10° C der Schlaf bereits sehr tief ist. Wir sehen hier also einen deutlichen Unterschied im Verhalten der Körpertemperatur beim echten Winterschlaf und beim sog. Insulinschlaf.

Im Nachfolgenden soll nun über die dreijährigen Versuche berichtet werden, die zur Klärung des Stoffwechsels des Waschbären während des Winters und zur Frage „Winterschlaf oder Winterruhe“ durchgeführt wurden.

## II. Fragen des Stoffwechsels.

Aus den Erfahrungen der Tierzüchter ist bekannt, daß jedes Zucht tier sich zur Zeit der Paarung in der sog. „Zuchtkondition“ befinden soll. Das Tier darf weder zu mager noch zu fett sein. Wir kennen sowohl eine sog. „Maststerilität“ als auch eine „Hungersterilität“. Das Richtige liegt also auch hier in der Mitte. Nun setzt aber der Waschbär freiwillig oder sanft gezwungen während des Sommers und besonders während des Herbstes eine Menge Fett an, so daß sich nach eigenen Beobachtungen eine 3—4 cm starke Fettschicht unter der Haut vorfindet. Dieses Depotfett wird während der Zeit der Winterruhe zum größten Teil aufgebraucht, wodurch mit Eintritt der Ranzzeit sich die Mehrzahl der Tiere in der richtigen Zuchtkondition befindet.

Wie schon eingangs erwähnt wurde, werden die Waschbären etwa anfangs Dezember fauler, träger und lassen in der Freßlust nach. Bei starker Kälte und vielem Schnee kommen sie oft tagelang nicht aus der Schlafkiste heraus. Andererseits beobachtet man aber in milden Wintern, daß die Tiere nur weniger fressen und keine schlafähnlichen Zustände zeigen. Dabei ist die Abmagerung doch nicht so groß, daß mit Eintritt der Ranzzeit die richtige Zuchtkondition erreicht ist. Deswegen legt die Mehrzahl der Züchter in der Winterszeit Zwangsfasttage ein; im allgemeinen werden etwa 50—60 Fasttage in der ganzen Periode der Winterruhe als zweckmäßig betrachtet.

### 1. Das Verhalten des Lebendgewichtes.

Wenn einem Tier nicht die zur Einhaltung des Körpergewichtes notwendige Menge an Nährstoffen zugeführt wird, wenn es also unterernährt wird und somit Hunger leidet, so kommt es vor allem zu einem Angriff auf die Reservestoffe und damit zu einer Gewichtsabnahme. Untersuchungen über einen solchen Gewichtsverlust beim Waschbären während des Winterschlafes sind, soweit bekannt, noch nicht gemacht worden. Wohl aber sind bei anderen winterschlafenden Tieren solche Gewichts feststellungen durchgeführt worden. So berichtet Valentin (zitiert nach Ferdmann und Reinschmidt, 1931) über Gewichtsverluste bei Murmeltieren von durchschnittlich 20—25 %, wenn auch vereinzelt größere oder kleinere Zahlen gefunden wurden. Die größeren Verluste führt V. auf das öftere Aufwachen der Tiere zurück. Von anderen, nicht winterschlafenden Tieren sind nach Mangold bei völliger Nahrungsentziehung z. B. folgende Ziffern bekannt:

Alter Hund	48,1—48,9 %	Kaninchen	37,8—49,5 %
Katzen	48,2 %	Meerschweinchen	33,0 %

Im allgemeinen nimmt man an, daß der Tod eintritt, wenn der Gewichtsverlust 40 % übersteigt. Auch Krzywanek (1939) führt an, daß die Tiere nach Verlust von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  ihres Körpergewichtes den Hungertod erleiden.

Wie verhält sich nun der Waschbär in der Zeit des Winterschlafes?

Für die Versuche standen in allen drei Winterschlafperioden 1,1 Tiere zur Verfügung, außerdem in der Periode 1938/39 noch 0,1. Die beiden ersteren waren zu Beginn der Versuchsreihe 1937/38 etwa 8 Monate alt, befanden sich also noch in der Zeit des Wachstums.

An Futter wurde pro Futtertag und Tier gereicht:

1937/38 150 g Zerealienmisch aus gleichen Teilen Mais, Reis, Gerste, Hafer, Weizen und Möhren und 125 g Rindfleisch.

1938/39 150 g Gemisch aus gleichen Teilen Reis, Mais und Gerste und 100 g Rindfleisch und

1940/41 100 g Mischfutter aus gleichen Teilen Hafer und Gerste und 150 g gekochten Pferdedickdarm.

Die Zerealien waren in allen Gemischen im geschroteten Zustande.

In der Reihe 1937/38 trat die Ranzzeit etwa Mitte Februar ein; während ihrer Dauer (bis Anfang März) war die Nahrungsaufnahme sehr unregelmäßig. Es kam häufig vor, daß das Futter ganz oder teilweise verschmäht wurde, und daß es nur an den Tagen nach einem Fasttag ganz verzehrt wurde. In der Periode 1938/39, in welcher der Winter etwas strenger war als im Jahre vorher, trat die Ranz zwar auch deutlich in Erscheinung, aber Futterversagen während derselben konnte nicht beobachtet werden.

Tabelle 1.

Verteilung der Fast- und Futtertage in den einzelnen Untersuchungsperioden.

1937/38				1938/39				1940/41			
Pe-riode	Fast-	Futter-	insges.	Pe-riode	Fast-	Futter-	insges.	Pe-riode	Fast-	Futter-	insges.
	T a g e				T a g e				T a g e		
1	1	6	7	A	1	6	7	1 a	2	5	7
2	2	5	7	B	2	6	8	2 a	5	4	9
3	5	4	9	C	3	4	7	3 a	4	4	8
4	7	2	9	D	4	4	8	4 a	4	3	7
5	9	2	11	E	5	3	8	5 a	6	3	9
6	6	1	7	F	6	2	8	6 a	8	2	10
7	9	2	11	G	6	2	8	7 a	6	3	9
8	7	3	10	H	6	2	8	8 a	5	2	7
9	4	5	9	I	5	2	7	9 a	4	4	8
10	2	5	7	K	4	3	7	10 a	6	6	12
11	2	9	11	L	3	2	5	11 a	2	4	6
				M	1	2	3				
				N	3	4	7				
				O	2	5	7				
				P	1	6	7				

In der umstehenden Tabelle 1 sind die für die Versuchsreihen in den einzelnen Jahren vorhanden gewesenen Futter- und Fasttage angeführt. Es ist daraus ersichtlich, daß die Zahl der Fasttage bis zum Januar zunahm, sich während dieses Monats auf etwa gleicher Höhe hielt, weiterhin wieder abnahm, um dann in den regelmäßigen Turnus (6 Futter- und 1 Fasttag) überzugehen.

In der Abbildung 1 sind die prozentischen Gewichtsverluste gegenüber dem Höchstgewicht während der Versuchsreihe (= 100) graphisch dargestellt. Die Anfangsgewichte betragen: 1937/38 ♂ 6,90 kg, ♀ 15,95 kg, 1938/39 ♂ 9,95 kg, ♀ 17,10 kg, ♀ 26,80 kg, und 1940/41 ♂ 8,25 kg und ♀ 16,05 kg.

In den beiden ersten Versuchsreihen finden wir bis etwa Mitte Dezember teilweise eine leichte Gewichtszunahme, die dann einer Gewichtsverminderung Platz macht und etwa Mitte Januar ihren Höhepunkt erreicht. In der 2. Hälfte Februar kann wieder eine Gewichtszunahme einsetzen, die teilweise durch die gesteigerte Futtermittelaufnahme, teils aber durch Trächtigkeit bedingt sein kann. Im letzten Winter (1940/41) wurde beim Männchen, abgesehen von zwei leichten Erhöhungen, ein Abfall bis zum Schluß des Versuches beobachtet, während beim Weibchen Anfang Februar der Tiefstand erreicht wurde, worauf eine leichte Gewichtssteigerung eintrat. Das Weibchen 1 zeigt in der Reihe 1937/38 noch Ende Februar eine starke Abnahme und wirft erst spät (9. Mai) 4 Junge. Die Konzeption muß daher Anfang März stattgefunden haben. Auch in der Periode 1938/39 waren beide Bärinnen trüchtig geworden, wenn sie auch nur je ein Junges hatten. Von der Bärin 1 wog das Junge am 2. Tag nach dem Werfen 80 g. In der Periode 1940/41 traten etwa Anfang Dezember deutliche Schlaferscheinungen auf und Ende Februar kam es zu Ranzerscheinungen, die zur Konzeption und Trächtigkeit führten. Am 22. 5. wurden dann 5 Junge geboren.

Die Versuchsreihe 1937/38 dauerte 96 Tage, darunter 54 (56,2 %) Fasttage, die Versuchsreihe 1938/39 110 Tage mit 49 (44,5 %) Fasttagen und die Periode 1940/41 92 Tage mit 52 oder 56,2 % Fasttagen.

Aus der Abb. 1 ersehen wir weiter, daß die Gewichtsabnahme ziemlich gleichmäßig vor sich geht. In der Versuchsreihe 1937/38 betrug die stärkste Abnahme bei größeren Zwischenräumen in der Wägung 8—10 %, in der Reihe 1938/39 bei wöchentlichen Wägungen höchstens 6 % und 1940/41 höchstens 5 % des Höchstgewichtes.

#### Die Gesamtgewichtsabnahme betrug in der Winterschlafperiode

bei	1937/38	1938/39	1940/41
♂	13,34 %	35,15 %	24,14 %
♀ 1	28,69 %	29,65 %	11,57 %
♀ 2		30,88 %	
insgesamt	18,06 %	29,35 %	18,88 %

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß eine Abnahme des Körpergewichtes von 30—35 % vom Waschbären ohne gesundheitliche Störungen ohne weiteres vertragen wird. Solche Abnahmen sind m. E. auch notwendig, um das im Herbst im Mastzustand befindliche Tier in die zur Ranzzeit erforderliche Zuchtcondition zu bringen. Die tägliche Gewichtsabnahme betrug bei

	1937/38	1938/39	1940/41
♂	21,7 g	39,4 g	21,7 g
♀ 1	19,6 g	25,9 g	8,1 g
♀ 2		30,0 g	

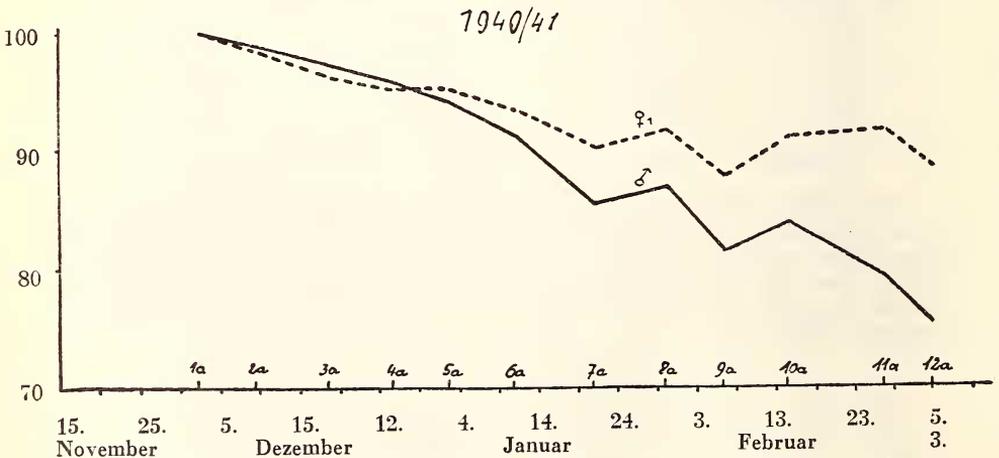
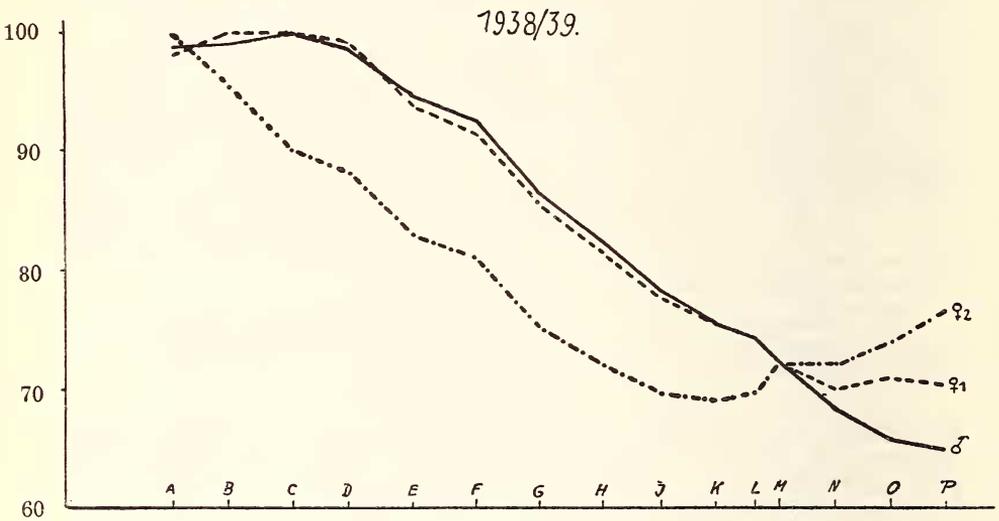
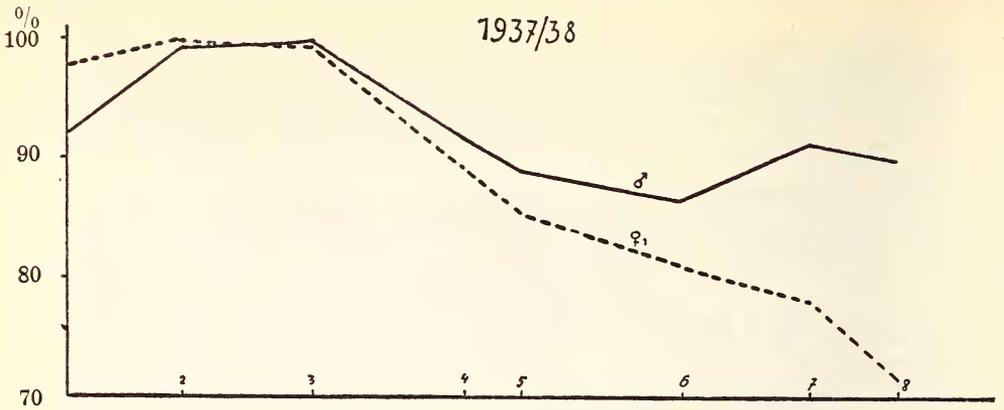


Abb. 1. Die prozentischen Gewichtsverluste während des Winterschlafes.

Das männliche Tier hatte also in allen drei Winterschlafperioden eine durchschnittlich größere Gewichtsabnahme pro Tag als die weiblichen Tiere.

Besteht nun ein Einfluß der Außentemperatur auf die Gewichtsabnahme? Um diese Frage zu klären, sind die Temperaturgrenzen und die Mittelzahlen jeder Einzelperiode in der folgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. Wintertemperaturen ( $^{\circ}$  C).

1937/38				1938/39				1940/41			
Per.	von	bis	D	Per.	von	bis	D	Per.	von	bis	D
1	.	.	.	A	.	.	.	1a	+1,0	- 6,3	-2,6
2	+1,2	- 5,3	-1,2	B	+4,1	- 0,2	+2,3	2a	-0,1	-22,0	-8,3
3	+3,1	- 4,8	+0,3	C	+5,3	- 1,0	+2,1	3a	-10,2	-17,0	-14,1
4	+1,0	-12,9	-4,4	D	+3,9	-15,1	-8,5	4a	+2,1	-12,0	-5,0
5	-3,2	-13,4	-8,4	E	-4,7	-14,6	-7,5	5a	-5,1	-12,0	-8,2
6	+4,3	- 2,6	+0,4	F	-0,8	- 6,4	-3,6	6a	-5,0	-16,6	-9,1
7	+2,2	- 8,0	-1,4	G	+0,2	-11,8	-4,7	7a	+1,0	-14,0	-5,1
8	-0,4	- 7,8	-5,0	H	+3,2	- 1,3	+1,7	8a	-4,2	-12,0	-7,5
				J	+4,0	- 0,2	+1,5	9a	+2,0	-14,3	-4,1
				K	+1,5	- 9,0	-3,0	10a	+0,8	- 7,2	-1,5
				L	+5,4	- 5,0	+0,5	11a	+1,2	- 4,0	-1,5
				M	+2,9	- 6,0	-1,0				
				N	+2,7	- 1,8	+1,2				
				O	-0,5	- 3,6	-1,7				
				P	+2,3	- 1,1	+0,6				

Vergleicht man diese Tabelle mit der Abb. 1, so kann man von einem Einfluß der Außentemperatur auf die Gewichtsänderungen eigentlich nicht sprechen. In den Winterschlafperioden 1937/38 und 1940/41, in welchen die prozentuelle Gewichtsabnahme beider Tiere zusammen etwa gleich groß war, herrschten doch verschiedene Temperaturverhältnisse. Während 1937/38 die Temperatur zu Beginn des Winterschlafes um  $0^{\circ}$  herum schwankte, keine besondere Tiefe annahm und auch durch Temperaturanstiege über  $0^{\circ}$  unterbrochen wurde, lag in der Versuchsreihe 1940/41 während der ganzen Zeit die durchschnittliche Tagestemperatur unter  $0^{\circ}$ . Wir finden in der Zeit vom 2. 12. 1940 bis 3. 3. 1941, also während 92 Tagen, 69 Tage mit Temperaturen unter  $0^{\circ}$ , davon 9 Tage, an denen das Thermometer unter  $-15^{\circ}$  zeigte. Es handelte sich also bei dem Winter 1940/41 um einen ausgesprochen kalten und lang dauernden Winter, während der von 1937/38 nur als mild bezeichnet werden kann. Der Winter 1938/39 muß dagegen als normal angesprochen werden, denn wir sehen nur um den Jahreswechsel herum eine etwas längere Kälteperiode, in welcher aber nicht die tiefen Temperaturen des Jahres 1940/41 erreicht wurden.

Wenn auch ein Einfluß der Kälte auf die Gewichtsveränderungen während des Winterschlafes nicht nachgewiesen werden konnte, so konnte doch, wie schon eingangs erwähnt, festgestellt werden, daß in milden Wintern der Schlaf nicht so tief ist. Inwieweit die Außentemperatur die hormonale Steuerung des Winterschlafes beeindruckt, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Zum Vergleich seien nun die Gewichtsveränderungen des Lebendgewichtes während eines 17tägigen Hungerversuches mit einem männlichen, etwa  $2\frac{1}{2}$  Jahre alten Waschbär angeführt. Die absoluten und relativen Gewichtsverluste sind in der folgenden Abb. 2 dargestellt.

Daraus ergibt sich, daß konform mit Hungerversuchen an anderen Tieren der Gewichtsverlust in den ersten beiden Tagen verhältnismäßig groß ist (180 und 100 g), dann aber durch einige Tage geringer wird und

eine gewisse Konstanz zeigt (30—50 g) und später wieder ansteigt (170 resp. 100 g). Der Gesamtgewichtsverlust während dieses 17tägigen Hungerns war nicht sehr groß (13,6 %), obwohl das Tier, wie aus dem Lebendgewicht ersichtlich ist, noch keine großen Fettreserven angesammelt hatte; er wurde auch vom Tier gut vertragen; es zeigte also keine besonderen gesundheitlichen Schädigungen. Daß ein Waschbär auch ein 27tägiges Hungern ohne weiteres aushält, konnten wir schon in dem strengen Winter 1939/40 beobachten, in dem ein Tier von dem ihm im Freikäfig zwar zur Verfügung gestellten, aber sofort gefrorenen Futter nichts aufnehmen konnte. Das Tier magerte in dieser Zeit fast bis zum Skelet ab, erholte sich aber nach langsamer Nahrungsaufnahme verhältnismäßig rasch.

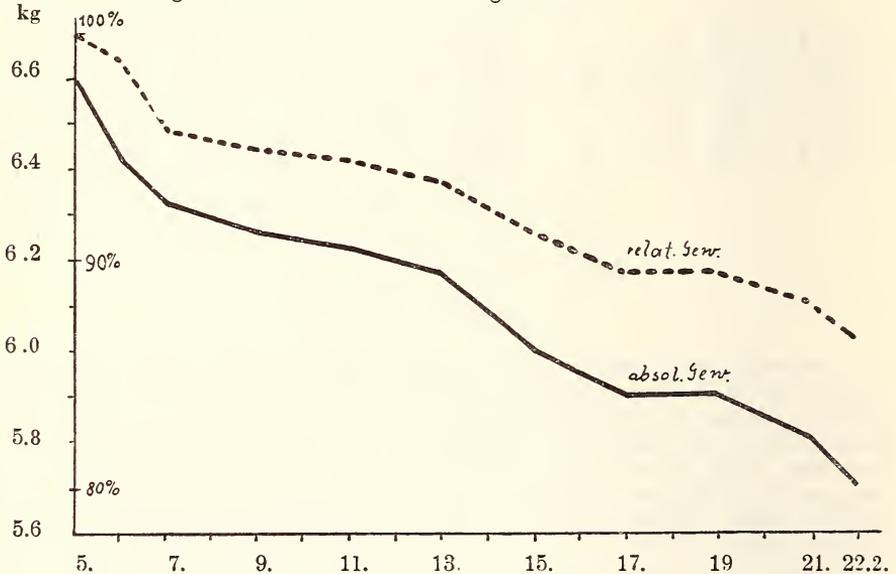


Abb. 2. Absoluter und prozentischer Gewichtsverlust während des Hungerns.

## 2. Untersuchungen am Kot.

a) Die Ausnutzung der Nahrung. Wie schon früher angegeben, erhielten die Versuchstiere eine gemischte Nahrung, die folgende Zusammensetzung hatte:

	TS	o.S	Rpr.	Rfe.	Rfa.	NfE	A
1937/38 pro Tag für 2 Tiere							
250 g Rindfleisch gekocht	70.40	66.48	58.75	4.97			3.92
300 g Zerealien gebrüht	229.10	221.50	29.50	6.—	12.5	173.8	7.60
Zusammen	299.5	287.98	88.25	10.97	12.5	173.8	11.52
1938/39 für 3 Tiere und Tag							
Periode A—L,							
300 g Rindfleisch gekocht	143.67	138.57	92.25	35.64			5.1
450 g Mischfutter I	396.41	386.87	45.81	8.77	15.93	316.36	9.54
Zusammen	540.08	525.44	138.06	44.41	15.93	316.36	14.64
Periode M—P							
300 g Rindfleisch gekocht	116.79	114.37	37.84	12.54			2.7
450 g Mischfutter II	409.59	400.28	48.15	8.59	13.18	330.34	9.31
Zusammen	526.38	514.37	138.99	21.13	13.18	330.34	12.01
1940/41 pro Tag und 2 Tiere							
300 g Pferdedarm gekocht	73.23	71.97	53.73	20.73			1.26
200 g Mischfutter III	183.56	177.62	25.62	5.42	12.94	133.64	5.94
Zusammen	256.79	249.59	79.35	26.15	12.94	133.64	7.20

Die Verdaulichkeit der Nährstoffe während des Winterschlafes 1937/38 und 1940/41 ist im allgemeinen schlechter als die von 1938/39 und hängt, wie aus dem folgenden Beispiel ersichtlich, sehr von der Zusammensetzung des Gemisches ab.

	T	S.	o. S.	Rpr.	Rfe.	Rfa.	NfE.
1. 125 g Rindfleisch und 150 g Mischfutter a. gl. T. Mais, Gerste, Reis, Hafer, Weizen und Möhre	86.—	86.92	89.42	83.54	15.88	90.56	%
2. 100 g Rindfleisch und 150 g Mischfutter am gl. T. Mais, Gerste und Reis	87.3	87.96	91.39	93.1	25.29	88.97	%
4. 150 g Pferdedarm u. 100 g Mischfutter a. gl. T. Hafer, Gerste	77.1	78.3	87.3	89.6			%

In der Fütterung 1938/39 sind es vor allem Weizen, Gerste und Hafer, 1940/41 ebenfalls Hafer und Gerste, welche die Verdaulichkeit stark herabsetzen.

Wenn wir die Veränderung in der Ausnutzung der verschiedenen Nährstoffe während der drei Versuchsreihen betrachten, so finden wir dabei ein gegensätzliches Verhalten. In den Versuchsreihen 1937/38 und 1940/41 beobachten wir eine allgemeine Verschlechterung der Ausnutzung, je länger die Unterernährung dauert, und eine Verbesserung bei Eintritt einer ausgiebigen Ernährung. In der Versuchsreihe 1938/39 tritt dagegen eine deutliche Verbesserung der Ausnutzung gegen den Höhepunkt der Winterruhe ein, die sich auf alle Nährstoffe erstreckt. Nachdem diese Veränderungen unabhängig von der verschiedenen Zusammensetzung der Fütterung sind, müssen andere Faktoren darauf von Einfluß sein und es ist nicht ausgeschlossen, daß ein solcher Faktor das verschiedene Alter der Tiere ist, da es sich in allen drei Versuchsreihen (abgesehen von dem zusätzlichen Weibchen 1938/39) um dieselben Tiere handelt. 1937/38 waren die Tiere, wie schon angegeben, jung, wachsend, 1938/39 erwachsen und 1940/41 muß man sie wohl schon als alt bezeichnen.

b) Die Veränderungen des Kotes in der Winterruhe. Was die Kotmenge anbetrifft, so ist es selbstverständlich, daß mit der geringeren Nahrungsaufnahme auch eine Verminderung der Kotmenge einhergeht. Von einer Menge von 60—90 g zu Anfang und Ende jeder Versuchsreihe geht dieselbe gegen den Höhepunkt des Winterschlafes — etwa Mitte Januar — auf 10—20 g pro Tag und Tier zurück.

Erwähnt muß werden, daß pro Tier abgesetzt wurden:

1937/38 v. insges.	98	Vers.-Tg. an	27	Tg. kein,	an	4	Tg. unt.	10 g	Kot
1938/39 „ „	105	„ „	16	„ „	„	16	„ „	10 g	
1940/41 „ „	91	„ „	15	„ „	„	9	„ „	10 g	„

Weiter ist aus dem Versuch zu schließen, daß bei jüngeren Tieren die Durchgangszeit des Futters durch den Verdauungskanal kürzer sein muß. Bei den älteren Tieren finden wir trotz z. T. längerer Versuchsdauer eine bedeutend geringere Zahl von kotfreien Tagen. Es wurden also bei diesen Tieren die Futtermittel im Darm längere Zeit zurückgehalten, für welche Annahme auch die Röntgenaufnahme in einer früheren Arbeit (1939) ein Beweis ist. Ob daneben außer der Zusammensetzung des Futters und dem Fehlen einer Nachfütterung (K r z y w a n e k, zitiert nach M a n g o l d) auch ein Einfluß des Klimas (milder oder strenger Winter) vorhanden ist, bedarf noch der Klärung. Ein solcher Zusammenhang ist aber nicht von der Hand zu weisen; denn wie schon auf P. 6 angeführt und aus der Tab. 6 ersichtlich, handelt es sich beim Winter 1937/38 um einen ausgesprochen milden, während die beiden anderen als normal, resp. streng anzusprechen sind.

Über die Zusammensetzung des Kotes ist folgendes zu sagen. (Die Tabelle wurde aus Ersparnisgründen weggelassen und steht Interessenten ebenso wie andere Tabellen zur Einsichtnahme zur Verfügung.)

Tabelle 4.

Periode	Dauer	davon		Kotmenge		Periode	Dauer	davon		Kotmenge		Periode	Dauer	davon		Kotmenge	
		Last	ohne Kot	für Perio- de	für Tag und Tier			Last	ohne Kot	für Perio- de	für Tag und Tier			Last	ohne Kot	für Perio- de	für Tag und Tier
	Tage						Tage						Tage				
1	7	1	0	937	78	A	7	1	0	1841	88	1a	7	2	0	873	62
2	7	2	2	915	92	B	8	2	1	1522	63	2a	9	5	1	773	43
3	9	5	1	810	45	C	7	3	1	759	36	3a	8	4	0	788	49
4	9	7	2	492	41	D	8	4	1	437	21	4a	7	4	0	535	38
5	11	9	5	383	18	E	8	5	2	377	18	5a	8	6	3	392	24
6	7	6	5	141	10	F	8	6	3	284	14	6a	10	8	4	391	19
7	11	9	6	296	14	G	8	6	2	357	16	7a	9	6	2	514	28
8	10	7	3	412	21	H	8	6	2	275	13	8a	7	5	1	584	42
9	9	4	3	697	39	I	7	5	2	418	20	9a	8	4	2	835	52
10	7	2	0	757	54	K	7	4	0	568	27	10a	12	6	2	1336	55
11	11	2	0	876	40	L	5	3	0	432	24	11a	6	2	0	857	71
						M	3	1	1	417	47						
						N	7	3	0	1018	48						
						O	7	2	1	1492	71						
						P	7	1	0	1801	86						

Die Trockensubstanz nimmt in allen Versuchsreihen in der Zeit des Winterschlafes z. T. erheblich, z. B. von 22 auf ca. 34 % zu. Die gleichen Verhältnisse finden wir bei der organischen Substanz, beim Rohprotein, Rohfett, der Rohfaser und Asche des Kotes der älteren Tiere, wenn auch die Unterschiede nicht so groß sind, wie bei der Trockensubstanz. Bei den N-freien Extraktstoffen ist eine solche Regelmäßigkeit nicht vorhanden, ebenso nicht bei den jungen Tieren bezüglich der Rohfaser und Asche.

Die Veränderungen des Kotes im Hungerversuch sind in der folgenden Zusammenstellung angeführt. Das Tier Nr. 6 wurde am 1. Tage noch mit dem normalen Futter, das auch Nr. 7 erhielt, gefüttert.

	Nr. 6		Nr. 7	
	letzter Futtertag	9. Hungertag	16. Hungertag	gefüttert
Menge	44 g	14 g	—	—
Trockensubstanz	33,95 %	38,48 %	40,43 %	34,97 %
Rohprotein	6,65 %	29,45 %	14,74 %	—
Asche	4,3 %	4,32 %	2,43 %	4,67 %

Im Vergleich mit dem Kot während des Winterschlafes ergibt sich, daß die Veränderungen in der Trockensubstanz in beiden gleichlaufend sind, also die Eindickung in beiden Fällen auf die verminderte resp. eingestellte Nahrungszufuhr, auf das Hungern zurückzuführen ist. Dabei sinkt jedoch im Hungerversuch die ausgeschiedene absolute Menge Trockensubstanz von 13,58 g auf 5,38 g. Dasselbe gilt für die im Kot ausgeschiedenen Aschensalze, deren absolute Menge von 1,89 g auf 0,6 g am 9. Hungertage sinkt. Nur das ausgeschiedene Rohprotein zeigt sowohl im %-Gehalt als auch in der Menge eine Steigerung, und zwar in letzterer von 2,93 g am 1. Tag auf 4,12 g am

Tabelle 5. Die Zusammensetzung von 100 ccm Harn während des Winterschlafes.

Periode	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P
Tagesmenge	269	200	70	58	63	27	42	48	71	190	222	304	121	182	221
spezif. Gewicht	1,007	1,004	1,018	1,016	1,015	1,014	1,014	1,013	1,014	1,011	1,010	1,010	1,018	1,017	1,015
Chlor	163,1	205,6	341,1	404,2	186,1	212,9	246,4	189,6	234,-	237,5	127,6	74,5	139,7	168,2	163,1
Phosphorsäure	310,5	234,5	298,2	316,6	287,4	209,6	199,5	220,1	218,1	226,6	75,38	58,3	273,4	376,-	198,5
Gesamt-S, als H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> best.	194,5	-	306,7	415,7	305,9	293,2	322,4	253,1	262,5	170,4	189,-	195,6	268,6	254,7	250,1
Neutral-S	25,1	-	48,4	99,9	51,8	81,1	75,3	51,5	69,8	24,9	27,1	8,8	63,6	43,-	50,6
Ges.-Schwefelsäure	169,4	192,4	258,3	313,8	254,-	212,1	247,1	201,6	192,7	145,5	161,9	186,8	205,-	211,7	200,5
Sulfat-Schwefelsäure	168,-	190,2	248,4	308,7	249,7	202,4	240,-	197,4	191,9	144,8	161,4	182,5	202,6	211,1	197,-
Aether-Schwefelsäure	1,4	2,2	9,9	7,1	4,3	9,7	7,1	4,2	0,8	0,7	0,5	4,3	2,4	0,6	3,5
Neutral-S vom Ges.-S	12,91	-	15,78	24,03	16,95	27,65	23,36	20,35	27,09	14,65	14,34	4,5	23,68	16,38	20,15
Aether-Schwefls. v. Ges.-S.	0,83	1,12	3,83	2,26	1,7	4,57	2,87	2,08	0,57	0,12	0,34	0,54	1,57	0,28	1,74
Gesamt-N	1054,1	1195,1	1652,9	2121,1	1507,8	1051,5	1150,9	947,5	1367,7	806,6	784,3	733,7	1190,1	1016,2	978,9
Harnstoff	282,6	292,5	300,6	298,6	293,7	334,-	313,2	261,-	228,1	197,5	249,2	248,3	564,9	241,3	504,5
Harnsäure	5,74	6,75	4,87	5,37	10,94	17,32	8,53	7,04	10,97	13,55	14,25	14,8	5,81	8,62	7,68
Gesamt-Kreatinin	182,2	194,-	102,5	197,2	168,-	59,7	93,2	60,-	134,-	52,4	101,6	136,8	162,4	146,8	146,8
Kreatinin	59,4	71,-	61,8	30,4	68,6	44,-	45,4	53,-	22,8	14,3	58,2	44,4	31,6	58,2	56,8
Kreatin	121,8	123,-	40,7	166,8	99,4	15,7	47,8	7,-	111,2	38,1	43,4	92,4	130,8	88,6	90,-
Harnstoff-N v. Ges.-N	152,8	113,4	84,24	65,23	90,22	147,2	126,-	127,6	77,23	113,4	147,2	156,8	138,7	110,-	238,9
Harnsäure-N v. Ges.-N	2,35	2,01	1,05	0,93	2,58	5,86	2,63	2,63	2,85	5,97	6,46	7,17	1,74	2,98	2,79
Ges.-Kreat.-N v. Ges.-N	100,9	60,33	23,05	34,57	41,4	21,1	30,1	23,53	36,41	24,15	48,14	69,31	50,72	53,71	55,47
Ges.-N : Ges.-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,12	6,21	6,4	6,71	5,93	4,96	4,66	4,92	7,09	5,45	4,96	3,93	5,78	4,80	4,88

9. Tag. Dies erklärt sich dadurch, daß ja der ausgeschiedene N mit der Zunahme der Hungertage nicht mehr der Nahrung, sondern den Stoffwechselprodukten, den Abstoßungen der Darmschleimhaut usw., also körpereigenen Stoffen entstammt, die einen hohen N-Gehalt aufweisen.

### 3. Untersuchungen am Harn.

Zur Untersuchung des Harnes wurden folgende Methoden verwendet: Chlor nach Volhard, die Schwefelsäure nach Folin, der Gesamt-S nach Benedict, der Gesamt-N nach Kjeldahl unter Verwendung des Selen-Reaktions-Gemisches nach Wieninger, der Harnstoff nach Fosser-Fraenkel mit Xanthydrol und Kreatinin nach Folin. Die Phosphorsäure wurde in den beiden ersten Versuchsreihen nach Spaeth bestimmt. Da aber die Genauigkeit der Methode nicht befriedigte, verwendete ich in der Versuchsreihe 1940/41 und im Hungerversuch die von Tischer (1934) angegebene kolorimetrische Methode, die hier kurz angeführt werden soll:

In einem kleinen Kjeldahlkölbchen werden 2 ccm Harn mit etwa 8—10 ccm Gemisch aus gleichen Teilen konz.  $\text{HNO}_3$  und Perhydrol naß verascht und nach Zusatz von 1 ccm konz. Schwefelsäure bis zum Auftreten von weißen Dämpfen weiter erhitzt. Nach dem Abkühlen wird in einen Meßkolben überspült und auf 100 ccm aufgefüllt. Von dieser Lösung werden 5 ccm in einen 100 ccm-Meßkolben pipettiert, mit dest. Wasser auf 85 ccm verdünnt. Hierauf Zusatz von 1 ccm Schwefelsäure-Molybdän-Reagens, umschwenken, Zusatz von 5 Tropfen Zinnchlorür-Reagens nach Maljugin, wieder umschwenken und Auffüllen bis zur Marke. Nach 20 Minuten stehen im Dunkeln kann kolorimetriert werden. Verglichen wird mit einer Standardlösung, die in einem ccm  $1 \gamma \text{P}_2\text{O}_5$  enthält. 25 ccm dieser Lösung werden ebenso behandelt, wie die Harnverdünnung, und beide Lösungen in einem lichtelektrischen Kolorimeter (Lang) gemessen und der Phosphorsäurewert berechnet. Diese kolorimetrische Methode eignet sich besonders gut für Reihenuntersuchungen.

Die Resultate dieser Untersuchungen wurden für die Versuchsreihen 1938/39 zusammengestellt und beziehen sich auf 100 ccm Harn. Die Befunde der Versuchsreihe 1940/41 sind ziemlich gleichlaufend denen der Versuchsreihe 1937/38. In der Versuchsreihe 1940/41 wurde jedoch der Harn auch auf Zucker und Acetonausscheidung untersucht und hierbei niemals ein positives Resultat erhalten.

Aus den Untersuchungen ergibt sich, daß im allgemeinen wesentliche Änderungen des spez. Gewichtes — mit Ausnahme der Perioden A und E — nicht vorhanden sind. Im Chlorgehalt finden wir zu Beginn der Winterruhe eine leichte Steigerung, die nach Überschreiten des Höhepunktes wieder nachläßt, aber auch von einer neuen Steigerung gefolgt sein kann. Eine weitere Beobachtung sei hier erwähnt, nämlich, daß sehr viele Harnbestandteile von den jüngeren Tieren in größeren Mengen ausgeschieden werden als von denselben Tieren in einem höheren Alter, wobei aber Verschiedenheiten in der Fütterung mitberücksichtigt werden müssen. Ähnliche Verhältnisse wie beim Chlor finden wir auch bei Phosphorsäure, Gesamt-S, Neutral-S, den verschiedenen Schwefelsäuren, Gesamt-N, Harnstoff, Harnsäure, Gesamt-Kreatinin und vorgebildetem Kreatinin. Nur das vorgebildete Kreatin zeigt eine rückläufige Bewegung während der Winterruhe. Gegen das Ende derselben steigt der Kreatingehalt wieder, wenn auch die frühere Höhe nicht sofort erreicht wird.

Ein ganz anderes Bild erhält man aber, wenn man die täglichen Durchschnittsmengen der einzelnen Harnbestandteile betrachtet, wie aus den Abbildungen 3 und 4 ersichtlich ist.

Wir sehen aus diesen Abbildungen, daß der Tiefpunkt des Stoffwechsels während der Winterruhe sowohl bei den organischen als auch bei den anorganischen Bestandteilen mit den Perioden 6, resp. F und 6 a erreicht wurde,

das ist in der Zeit vom 8. bis 20. Januar. Zu diesem Zeitpunkt war 1937/38 die längste, 6tägige Hungerperiode im Gange, ebenso 1938/39, doch folgte

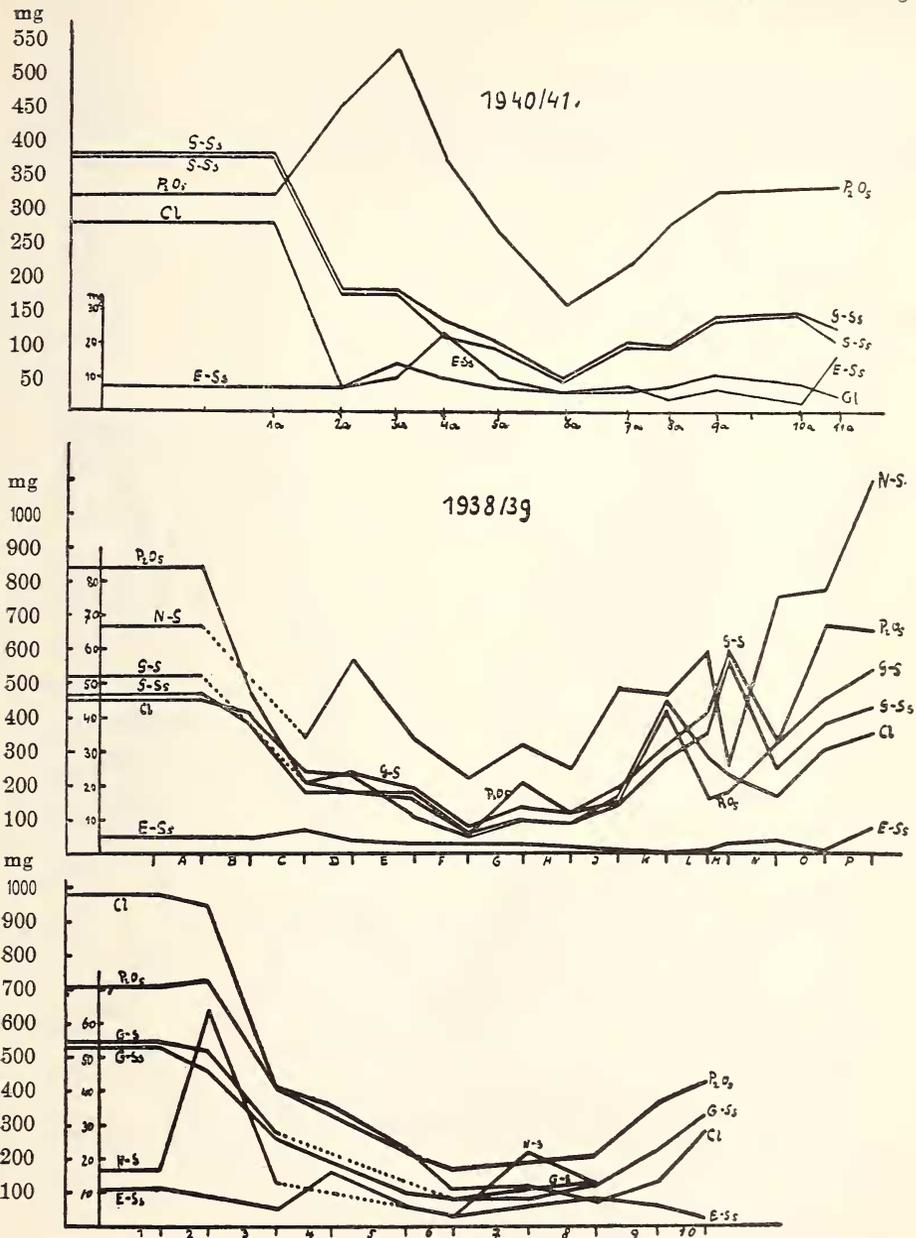


Abb. 3. Tägliche Ausscheidung anorganischer Harnbestandteile.

N-S = Neutralschwefel

G-Ss = Gesamtschwefelsäure

G-S = Gesamtschwefel

E-Ss = Ester-Schwefelsäure

S-Ss = Sulfat-Schwefelsäure

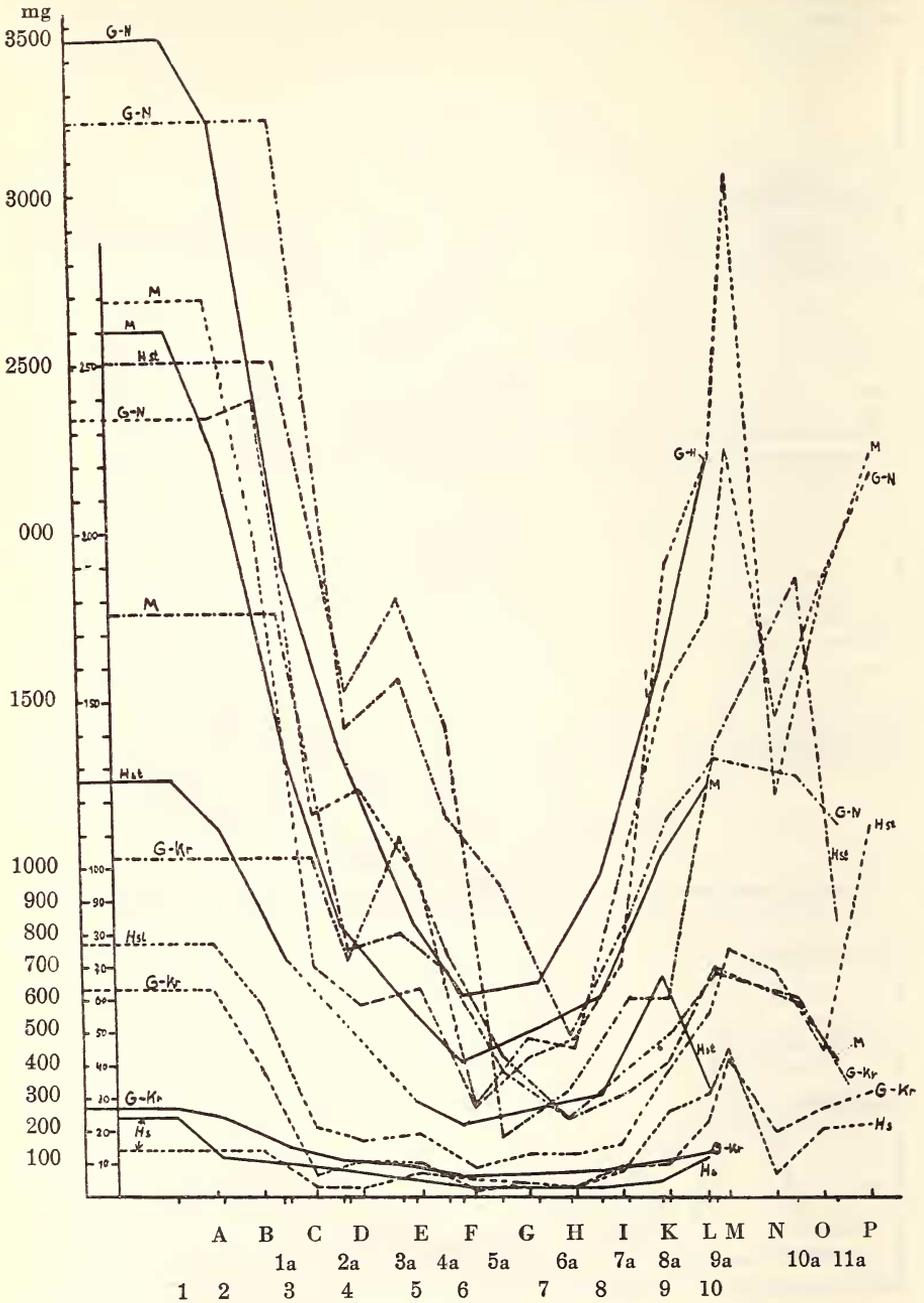


Abb. 4. Tägliche Ausscheidung organischer Harnbestandteile

————— 1937/38                      M. = Menge in cm      Hst = Harnstoff  
 ..... 1938/39                      G.N. = Gesamtstickstoff      Hs = Harnsäure  
 - . - . - 1940/41                      G.Kr. = Gesamtkreatinin

dieser noch eine gleich lange Hungerzeit (Per.G.), während 1940/41 in der Periode 6 a eine 8tägige Hungerzeit inbegriffen war. 1938/39 sehen wir aber in der Periode G eine Steigerung sämtlicher Harnwerte mit Ausnahme der Harnsäure.

Bevor wir das Verhalten der einzelnen Harnbestandteile nach den bisher vorliegenden Untersuchungen unter den Verhältnissen der Winterruhe näher betrachten, ist es notwendig, auch die Ergebnisse des Hungerversuchs heranzuziehen, der mit dem Waschbär Nr.6 durchgeführt wurde. Die Zusammensetzung des Harnes wird nicht gesondert aufgeführt, sondern nur die täglich

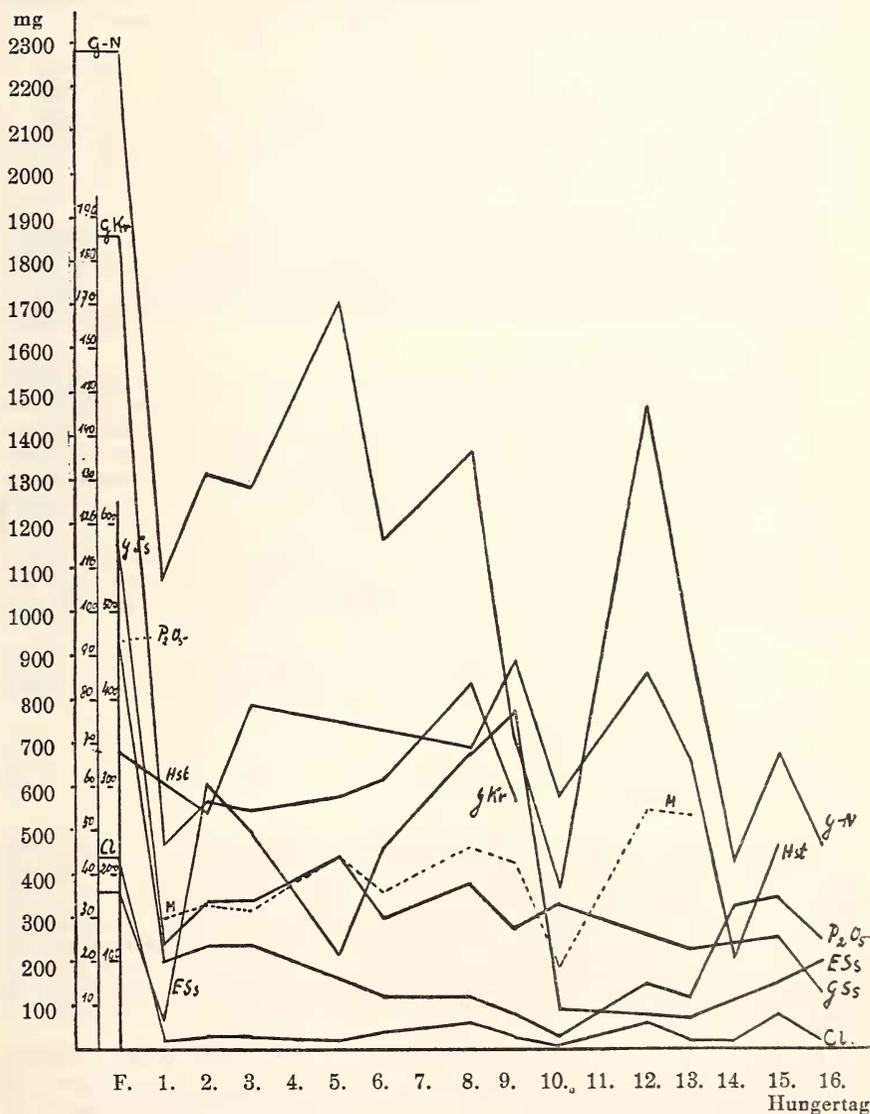


Abb. 5. Harnausscheidung im Hunger.

ausgeschiedenen Mengen sind in der Abbildung 5 dargestellt, so daß ein Vergleich mit den Abbildungen 3 und 4 möglich ist.

Es ist selbstverständlich, daß sowohl der Hunger wie auch die Winterruhe die Harnmenge trotz des in beiden Fällen zur beliebigen Aufnahme zur Verfügung gestellten Trinkwassers beeinträchtigen wird. Im Hungerversuch sehen wir, daß schon am ersten Hungertage die Menge nicht größer ist als etwa auf dem Höhepunkte des Winterschlafes und daß diese geringe Höhe auch im weiteren Verlaufe des Hungerns beibehalten wird.

Während des Winterschlafes konnten dagegen folgende interessanten Feststellungen gemacht werden. So wurden in der Winterschlafperiode 1940/41 folgende täglichen Harnmengen von zwei Tieren gemessen:

Periode	2a	3a	4a	5a	6a	8a	9a	10a	11a	
letzter Futtertag	375	275	350	350	200	175	150	175	225	125
1. Fasttag	350	375	350	350	275	225	275	375	125	125
2. Fasttag	75	25	75	50	75	75	115	50	75	12
3. Fasttag	0	0	25	25	25	0	20	0	12	
4. Fasttag			0	0	25					

Nachdem diese Beobachtungen auch in den beiden früheren Winterschlafperioden gemacht wurden, kann man sagen, daß während des Winterschlafes die Harnmenge an den Fasttagen nur langsam herabsinkt, wobei in vielen Fällen am 1. evtl. auch erst am 2. Fasttag eine z. T. erhebliche Steigerung auftritt.

Ebenso wie während der Winterruhe geht auch im Hunger die tägliche Chlor-Ausscheidung stark zurück. Der Verlauf der Kurve zeigt aber, daß bereits am 1. Hungertage die ausgeschiedene Menge sehr gering geworden ist und diese geringe Höhe unter nur mäßigen Veränderungen fast während der ganzen Zeit des Hungerversuches beibehält, während in der Winterruhe der Abfall der Cl-Menge ganz allmählich vor sich geht. Unser Befund am Hungertier stimmt mit den Angaben von Klinker (1931) und Brugsch (1928) überein, die anführen, daß sogar ein Cl-freier Harn gefunden werden kann. Wenn wir die Cl-Ausscheidung zu Beginn der Winterruhe und des Hungerversuches mit 100 ansetzen, so ergibt sich eine Verminderung desselben.

	beim Waschbär	beim Murmeltier
	(nach Nagai zitiert nach Morgulies 1923)	
im Hunger	auf 7.5	7.4
	1937/38	7.1
im Winterschlaf	1938/39	11.1
	1940/41	15.-

Beim Waschbär finden wir also umgekehrte Verhältnisse wie beim Murmeltier. Diese sind vielleicht darin begründet, daß die Ursache des Winterschlafes bei den beiden Tierarten, wie wir später sehen werden, eine verschiedene ist. Der Rückgang der ausgeschiedenen Cl-Menge während des Winterschlafes ist bei den älteren Waschbären nicht so groß wie bei den jüngeren — der Hungerwaschbär entsprach im Alter etwa den Bären in der Versuchsperiode 1938/39 — und fällt langsamer auf den tiefsten Punkt als durch Hunger allein.

Bei der Phosphorsäure beobachten wir im Winterschlaf ebenfalls ein langsames Absinken der Menge bis auf den tiefsten Punkt, dem sich dann eine Steigerung anschließt. Nur in der Versuchsreihe 1940/41 sehen wir erst eine Steigerung, der aber dann doch ein entsprechender Abfall folgt.

Im Hungerversuch finden wir dagegen wie beim Chlor einen steilen Abfall der  $P_2O_5$ -Ausscheidung und dann wird das niedrige Niveau des Phosphorsäurespiegels im Harn im allgemeinen während der ganzen Dauer des Hungerversuches beibehalten. Wenn wir nun den Rückgang in der P-Ausscheidung vom Beginn des Winterschlafes resp. des Hungerversuches bis zum Tiefpunkt wiederum in Prozenten ausdrücken und mit den Angaben von Nagai (s. o.) betreffs der Verhältnisse beim Murmeltier vergleichen, so ergibt sich folgendes Bild:

Der Rückgang geht bis auf	beim Waschbären	beim Murmeltier
im Hunger	20,1 / 2,8—38 %	60 %
	1937/38 24,3	
im Winterschlaf	1938/39 7,0 27,6 %	20 %
	1940/41 50,0	

Die P-Ausscheidung beim Waschbären, wie auch Nagai für das Murmeltier fand, sinkt also nicht so weit herab wie die Cl-Ausscheidung. Dabei verhält sich der Waschbär sowohl im Hunger wie auch im Winterschlaf wiederum etwas anders als das Murmeltier. Während beim Murmeltier die Hungerausscheidung auf einem höheren Niveau liegt als die Ausscheidung im Winterschlaf, sind die Verhältnisse beim Waschbären gerade umgekehrt, wenn auch die Unterschiede bei diesem nicht so groß sind wie bei jenem.

Von Wichtigkeit ist auch das Verhältnis  $N : P_2O_5$ ; beim Waschbären wurden folgende Quotienten gefunden:

Im Winterschlaf:

1937/38	4.3, 3.36, 4.6, 3.74, 3.59, 5.49, 5.26, 13.54, 11.95 und 8.27
1938/39	3.49, 5.09, 5.54, 6.7, 5.25, 5.01, 2.3, 4.3, 6.27, 3.62, 10.4, 13.18, 4.35, 2.7 und 3.25
1940/41	10.04, 3.07, 2.89, 3.05, 3.57, 3.02, 3.82, 4.07, 3.97, 16.17 und 3.27

Im Hunger:

	5, 10.91, 10.75, 19.7, 23.85, 17.82, 28.16, 20.08, 14.73, 2.59, 3.87 und 3.61.
--	--

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß die Verhältnisse im Winterschlaf im allgemeinen doch anders sind als während des Hungers. Bei diesem sehen wir, zumindest bis zum 13. Hungertage, neben einer verhältnismäßig starken N- nur eine geringe P-Ausscheidung. Ähnliche Befunde konnten auch bei Hungerkünstlern von Benedict und Cathcart gefunden werden. Im Winterschlaf dagegen zeigen die Quotienten zumindestens in der ersten Hälfte in den beiden Versuchsreihen keine so großen Veränderungen wie beim Hunger. Nur in der Versuchsreihe 1940/41 sehen wir eine vermehrte Ausscheidung gegenüber der N-Abgabe und daher niedrige Quotienten.

Nach Amman und Mouro (1933) steigt die ausgeschiedene Schwefelmengung mit der Menge des ausgeschiedenen N im Harn. Wie ich schon 1939 ausgeführt habe, schwankt das Verhältnis  $N : S$  verschiedener Fütterung zwischen 7,4—8,8 : 1. Beim winterschlafenden Waschbär ist dem nicht so. Bei den jungen Tieren sehen wir, daß der N-Gehalt relativ stärker ansteigt als der S-Gehalt, und für die erwachsenen Tiere gilt dasselbe für den Anfang der Winterruhe. Im späteren Verlauf ändert sich das Verhältnis unregelmäßig. Da jedoch in den Perioden F bis H und L bis P ein stärkerer Anstieg des Gesamt-S zu verzeichnen ist, ist anzunehmen, daß in dieser Zeit ein größerer Zerfall von Körperprotein stattgefunden hat. Die Beobachtung von Liebesny (1920), nach welcher bei Hunden im Hunger der Neutral-S vermehrt ausgeschieden wird, trifft während der Winterruhe auch für den Waschbären zu. Ebenso kann man aus dieser vermehrten Ausscheidung

dung nach Chiancone (zitiert nach Ber. Phys. 74, 1930) schließen, daß der endogene S-Stoffwechsel und auch die Oxydationsvorgänge im Eiweiß während der Winterruhe vermehrt sind. Das den Oxydationskoeffizienten angegebene Verhältnis Neutral-S : Gesamt-S — nach Loeper und Fleurin — ist ebenfalls aus der Tabelle 5 zu entnehmen, in welcher der Neutral-S in % vom Gesamt-S angeführt erscheint. Wir ersehen daraus nicht nur eine absolute, sondern auch eine relative Vermehrung des Neutral-S während der Winterruhe. Die von Morgulies, Bollmann und Brown festgestellte Tatsache, daß nach dem Hunger die Menge des anorganischen S ihre alte Höhe erreicht, konnte auch beim winterschlafenden Waschbären gefunden werden.

Im Hungerversuch fiel, im Gegensatz zum Winterschlaf, die Menge der Gesamtschwefelsäuren sehr schnell ab, um schon vom 2. Hungertag ab ohne große Schwankungen auf einem fast gleichen Niveau zu verbleiben. Die Ester-Schwefelsäure-Ausscheidung dagegen zeigte sprunghafte Steigerung und Abfall. Vom 2. bis zum 9. Hungertage ging die Steigerung über die Ausgangsmenge bis zur doppelten Höhe hinaus, um nach dieser Zeit nur ein geringes Ausmaß zu haben. Wir können daher in der ersten Zeit des Hungers eine gesteigerte Bakterientätigkeit im Darne annehmen, wiederum im Gegensatz zum Winterschlaf, wo die geringe Menge der Aetherschwefelsäuren auf eine geringe Fäulnistätigkeit im Darne schließen läßt. Es ist dabei nicht ausgeschlossen, daß diese wiederum mit einer Herabsetzung der Körpertemperatur zusammenhängt.

Im Hungerstoffwechsel sinkt nach Caridroit der Gesamt-N herab. Auch Winterstein bestätigt dies und gibt für das Murmeltier folgende Zahlen an:

Täglich ausgeschiedene N-Menge im Harn:

Murmeltier

bei wachen Tieren	217,4 mg		
bei wachen Tieren im Hunger	106,5 mg oder 49,08 %		
beim Winterschlaf	25,5 mg oder 11,75 %		
Beim Waschbären fanden wir	1937/38	1938/39	1940/41
im wachen Zustande	3465,8 mg	2335,5 mg	3221,0 mg
auf der Höhe der Winterruhe	610,1 mg (17,6 %)	283,9 mg (12,16 %)	486,1 mg (15,01 %)

Demgegenüber zeigt der Waschbär im 16tägigen Hungerversuch bezüglich der Ausscheidung des Gesamt-N folgendes Verhalten:

Der Gesamt-N fiel vom letzten Futtertag (100 %)

am	1.	2.	3.	5.	6.	8.	9.	10.	12.
auf	46,3	57,47	55,62	73,72	50,45	59,2	30,78	15,89	63,20
	13.	14.	15.	16.	Hungertage.				
	39,73	18,55	29,48	20,42 %					

Wir sehen also, daß, wie auch aus der Abb. 5 ersichtlich ist, schon am 1. Hungertag ein starker Abfall der N-Ausscheidung eintritt, dem aber wieder Steigungen und weitere Abfälle folgen. Dieselbe Beobachtung machte auch Calinowski. Der tiefste Punkt wurde erst am 10. Hungertag erreicht, worauf wieder eine erhebliche Steigerung eintrat. In den letzten drei Hungertagen hielt sich die Ausscheidung auf einem gewissen, wenn auch niedrigen Niveau.

Während des Winterschlafes betrug die längste durchgehende Hungerzeit 6—8 Tage und dabei fiel die N-Ausscheidung auf 12—17 % der ursprünglichen. Im Hungerversuch war dagegen am 6. bis 8. Hungertage die

N-Ausscheidung nur auf etwa 50 % gefallen, eine Zahl, die mit der oben angeführten Zahl des hungernden Murmeltieres ziemlich übereinstimmt. Andererseits wurde die geringe N-Ausscheidung von 12—17 % im Hungerversuch, wie schon angeführt, erst am 10. und an späteren Hungertagen erreicht. Aus diesem verschiedenen Verhalten der N-Ausscheidung in der Winterruhe und im Hungerversuch kann man daher schließen, daß neben dem Hunger auch noch andere Faktoren bei der Verminderung des N-Stoffwechsels mitwirken müssen und daß dieser dem des winterschlafenden Murmeltieres gleicht.

Ebenso soll beim Menschen nach Cohen (1924) das Verhältnis von Harnstoff-N : Gesamt-N im Hunger enger sein. Für den winterschlafenden Waschbären trifft dies nicht zu. Vergleichen wir wieder mit dem winterschlafenden Murmeltier, so ergibt sich nach Winterstein folgendes Bild:

	Murmeltier		Waschbär	
	Hst.-N v. Ges.-N	Aminos.Frakt.	Hst.-N	Rest-N
normal	60 %	20 %	15,20 %	74,89 %
wach im Hunger	65 %	20 %		
im Winterschlaf	18 %	66 %	6,52 %	89,92 %

Im Hungerzustand zeigt der Waschbär ein entgegengesetztes Verhalten wie im Winterschlaf. Es gleicht dem des hungernden Menschen, wie aus dem Hungerversuch ersichtlich ist:

Der Anteil des Harnstoff-N am Gesamt-N zeigt an den Hungertagen folgende Prozentverhältnisse:

Futtertag	2.	3.	8.	9.	10.	12.	13.	14.	15.	Hungertag
	6,87	9,35	14,33	11,75	29,13	36,87	13,7	16,79	11,2	16,13 %

Durch den Hunger wird also der Anteil des Harnstoff-N am Gesamt-N erhöht. Wir können somit auch am Verhalten des Harnstoff-N feststellen, daß nicht der Hunger allein für die während des Winterschlafes auftretenden Veränderungen verantwortlich zu machen ist.

Bezüglich der Harnsäure ist zu erwähnen, daß die Meinung von Camble, Roß und Tisdall über die vermehrte Bildung der Harnsäure beim Hunger in der Winterschlafzeit nicht, die von Calinowski gefundene Verminderung der Harnsäureausscheidung dagegen bestätigt werden kann.

Das Gesamt-Kreatinin nimmt im Verlaufe der Winterruhe ab, um nach Überschreiten des Tiefpunktes wieder zuzunehmen. Der Abfall und Wiederanstieg erfolgen aber allmählich. Im Hungerversuch fällt die Menge des Gesamt-Kreatinin sofort am 1. Hungertage, um dann eine mittlere Höhe mit nicht zu großen Schwankungen beizubehalten. Nach den Angaben von Carpenter erleidet der Anteil des Kreatins und des Kreatinins durch den Winterschlaf beim Murmeltier keine nennenswerte Verschiebung. Beim Waschbären liegen aber die Verhältnisse anders, wie aus der Zusammenstellung der Kreatininkoeffizienten in den einzelnen Perioden ersichtlich ist.

Diese betragen:

1937/38:	21.08,	17.75,	11.07,	8.89,	7.45,	4.97,	5.94	und	7.04 mg.		
1938/39:	26.57,	16.34,	3.05,	4.94,	4.8,	0.75,	1.95,	1.51,	5.21,	5.58,	
	12.78,	23.83,	11.65,	12.34	und	19.15 mg.					
1940/41:	7.3,	5.2,	8.0,	5.4,	3.2,	1.9,	4.4,	5.5,	4.9	und	3,5 mg.

Wir sehen also, daß mit fortschreitendem Winterschlaf die Kreatinin-Koeffizienten abnehmen, um dann wieder größer zu werden. Die Schwankungen des vorgebildeten Kreatins und Kreatinins gehen ziemlich parallel mit den Änderungen des Gesamt-Kreatinins.

Der Anteil des Gesamt-Kreatinin-N am Gesamt-N blieb bei den jungen Tieren ziemlich gleich, bei den älteren Tieren dagegen fiel er zuerst ab, um dann gegen Ende des Winterschlafes wieder anzusteigen.

Nebenbei wurden folgende weiteren Befunde am Harn festgestellt:

1. Vorkommen von Zucker und Aceton. Schon eingangs dieses Abschnittes habe ich erwähnt, daß während des Winterschlafes weder Zucker (Probe nach Trommsdorf und nach Nylander) noch Aceton (Probe nach Legal und nach Frommer) nachgewiesen werden konnte. Auch die fast tägliche Untersuchung des Harnes auf reduzierende Substanzen nach Bertrand zeigte — von Ende November bis Ende Dezember durchgeführt — keine Erhöhung der normalen Reduktionskraft des Harnes. Demgegenüber waren im Hungerversuch die angeführten Proben schon am zweiten Hungertage zweifelhaft, vom dritten Hungertage an aber positiv und blieben es bis zum Ende des Versuches. Eine Hungerglykosurie und Acetonurie tritt also auch beim Waschbären auf.

2. PH-Werte. Im Hungerversuch wurden folgende PH-Werte des Harnes festgestellt: 6.67, 6.—, 6.1, 6.05, 6.1, 6.17, 6.15, 6.25, 6.25, 6.54, 6.54 und 6.5. Der PH-Wert sinkt also am Anfange des Hungerversuches, um dann wieder zuzunehmen.

#### 4. Die Stickstoffbilanz.

Eine Aufstellung über die N-Bilanz zeigt die nachfolgende Tabelle 6, welche die Resultate der Reihe 1938/39 enthält.

Obwohl das zugeführte Nahrungsprotein in den Versuchsreihen auf etwa ein Drittel sinkt, finden wir doch nur in einer einzigen Periode eine negative

Tabelle 6. Stickstoff-Bilanz der Versuchsreihe 1938/39.

Periode	Ges. Gew. kg	Stickstoff-Bilanz							pro kg Leb.-Gew.			% v. Nahrungs-N		
		Ein-nahmen g	Ausgaben			+	-	gefüttert			g N an-gesetzt	Harn	Kot	
			Harn		Kot			ins-gesamt	Kal.	Eiweiß				
			g	%						g				Ausn. %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	23-85	132-53	67-989	85-64	11-398	79-387	53-14	.	80-3	4-96	91-39	2-23	51-31	8-60
B	23-75	132-53	47-365	78-78	12-760	60-125	72-4	.	70-5	4-36	90-37	3-09	35-74	9-63
C	23-50	88-36	24-159	78-63	6-667	30-826	57-53	.	52-7	3-36	92-45	2-45	27-34	7-54
D	23-15	88-36	29-801	85-91	4-888	34-689	53-67	.	46-8	2-98	94-47	2-32	33-72	5-53
E	22-05	66-27	22-617	81-89	4-998	27-611	38-65	.	36-8	2-45	92-47	1-75	34-13	7-54
F	21-47	44-18	6-834	67-07	3-358	10-192	33-98	.	25-2	1-61	92-4	1-58	15-17	7-60
G	20-10	44-18	11-59	76-30	3-605	15-195	28-98	.	26-9	1-82	91-65	1-44	26-23	8-16
H	19-10	44-18	9-475	73-11	3-485	12-960	31-22	.	32-4	2-16	92-11	1-63	21-45	7-89
	18-27	66-27	20-516	83-01	4-206	24-722	41-54	.	50-8	3-24	93-65	2-27	30-96	6-35
K	17-85	88-36	32-264	81-42	7-352	39-616	48-74	.	69-4	4-42	91-68	2-73	36-51	8-32
L	17-65	66-27	31-372	88-03	4-104	35-476	30-79	.	61-4	3-91	92-20	1-74	47-34	6-19
M	17-45	44-48	13-390	78-81	3-597	16-987	24-49	.	82-8	5-31	91-91	1-57	30-10	8-09
N	16-87	88-95	30-347	69-91	13-062	43-409	45-54	.	73-4	4-71	85-3	2-70	34-12	14-68
O	16-83	111-21	38-869	67-31	11-387	50-256	60-94	.	94	5-94	89-76	3-62	35-77	10-24
P	16-85	133-43	43-316	72-31	16-598	59-914	73-51	.	113-6	7-07	87-56	4-36	32-47	12-44

Bilanz. In allen anderen Perioden ist sie positiv. Noch deutlicher tritt diese hervor, wenn wir die zugeführte Eiweißmenge auf 1 kg LG umrechnen. Da finden wir in der Versuchsreihe 1937/1938 eine Verminderung von 5.88 auf 1.24 g (21 %), 1938/39 von 4.96 auf 1.61 g (32 %) und 1940/41 von 3.96 auf 1.12 g (28.2 %) Eiweiß und doch ist in allen Perioden mit der einen Ausnahme eine positive Bilanz vorhanden. Daraus ist ersichtlich, daß 1. die Gewichtsverminderung während der Winterruhe hauptsächlich auf Kosten des im allgemeinen reichlich vorhandenen Reservefettes geht, womit die Vermutung von Abderhalden und die Feststellung von Hagemann bestätigt werden; 2. daß der Waschbär in dieser Zeit mit ganz geringen Mengen von zugeführtem Eiweiß sein Auslangen findet. Vergleichen wir die letzteren mit jener Eiweißmenge, die, wie aus der obigen Zusammenstellung ersichtlich ist, zu Beginn jeder Versuchsreihe gefüttert wurde, so können wir deutlich daraus ersehen, daß während der Zeit der Winterruhe der Stoffwechsel stark herabgesetzt sein muß; 3. deutet die positive N-Bilanz trotz der geringen zugeführten Eiweißmengen darauf hin, daß hier wahrscheinlich hormonale Einflüsse am Werke sind. Ganz interessant ist weiter die Verteilung des ausgeschiedenen N auf Harn und Kot (Kol. 5 der Tab. 6) und der Anteil des ausgeschiedenen Harn- und Kot-N an den zugeführten Nahrungs-N-Mengen (Kol. 14 und 15). Bezüglich der ersteren sehen wir bei den jungen Tieren, daß der Harn-N während des Höhepunktes der Winterruhe zwar auch die Tendenz zum Fallen hat, genau so wie bei den älteren Tieren, daß aber die Verminderung verhältnismäßig gering ist. Anders liegen die Verhältnisse beim Anteil des ausgeschiedenen Harn- und Kot-N am Nahrungs-N. Hier finden wir ein schon einmal festgestelltes gegensätzliches Verhalten. Bei den jungen Tieren steigt die Menge des ausgeschiedenen Harn- und Kot-N auf Kosten des sonst im Körper angesetzten N, während bei den älteren Tieren beim Kot-N eine schwache, beim Harn-N eine stark sinkende Tendenz gegen den Höhepunkt der Winterruhe vorhanden ist.

### III. Hormonale Steuerung des Winterschlafes.

Verschiedene Autoren haben nun die eigentliche Ursache des Winterschlafes durch die histologische Untersuchung verschiedener innersekretorischer Drüsen zu klären versucht und hierbei gefunden, daß sowohl die Hypophyse als auch die Schilddrüse und die Nebennieren Zeichen einer Hypofunktion zeigen. Die an den Waschbären durchgeführten Untersuchungen ergeben, daß im histologischen Bilde der Schilddrüsen keine Veränderungen festgestellt werden konnten. Die Hypophysen wurden nicht untersucht.

Aber schon Adler (1926) nimmt neben der Unterfunktion der Schilddrüse eine gleichzeitige Steigerung der inneren Pankreassekretion an und auch Fleischmann (1930) verweist auf die schon angeführten Versuche von Dvorkin und Finney mit Insulineinspritzungen. Zu ähnlichen Resultaten kamen auch Dische, Fleischmann und Trevani, wenn auch nur bei einzelnen Winterschläferarten. Ferdmann und Feinschmidt (1931) weisen auf die Unterschiede zwischen Insulinschlaf und Winterschlaf hin, da bei letzterem in verschiedenen Organen und Geweben morphologische Veränderungen und auch quantitative Unterschiede in den chemischen Bestandteilen auftreten. Daß aber auch beim winterschlafenden Murmeltier, bei dem ja die Schilddrüsenveränderungen im Vordergrund stehen, Veränderungen im Inselapparat vorkommen, zeigen die Versuche von Bierry und Kollmann, die eine Vermehrung und Vergrößerung der Langerhans'schen Inseln fanden.

Um nun die diesbezüglichen Verhältnisse beim Waschbären näher zu untersuchen, wurden in der Winterschlafperiode 1939/40 fünf Tiere zu ver-

schiedenen Zeiten getötet. Die Entnahme des Pankreas erfolgte sofort, nachdem die Tiere im Anschluß an die Tötung abgehäutet worden waren. Die Fixierung des Organs geschah entweder mit Formalin (10 %) oder in Zenkerscher Flüssigkeit. Untersucht wurde teils im Gefrierschnitt, teils nach Einbettung in Paraffin. Die Färbung der Schnitte wurde verschieden durchgeführt, und zwar mit Giemsa-Lösung, mit Methylgrün-Pyronin, mit Hämatoxylin-Eosin und mit der Azanfärbung.

Nun ist von verschiedenen Beobachtern festgestellt worden, daß die Zahl der Inseln im Mittelstück eine andere Art ist als an den beiden Endteilen. Zwei nach dieser Richtung hin untersuchte Bauchspeicheldrüsen zeigten folgende Verhältnisse:

	Mittelstück	Ende
♂	70	79.1 Inseln
♀	55.2	44.4 Inseln

Wesentliche Unterschiede in der Verteilung der Inseln bestehen demnach nicht und es wurden daher in der Zukunft die Mittelzahlen aus Präparaten sowohl aus dem Mittel- wie aus den Endstücken gezählt und auf 50 qmm Fläche berechnet. Gleichzeitig wurde eine Größenbestimmung durchgeführt, und zwar durch Messung des Längen- und Breitendurchmessers. Die Resultate sind aus der folgenden Tabelle 7 ersichtlich.

Tabelle 7.

Tier	Tötungs- tag	Inselzahl		Größe der Inseln in $\mu$					An- merkung
		ge- zählt	pro 50 qmm	Zahl	Länge von - bis	Breite von - bis	i. Durchschnitt		
							lang	breit	
P 1	1. 12. 1939	371	41.1	100	41-328	27-205	110.5	78.7	
P 2	15. 12. 39	546	99.5	111	41-301	41-260	120.9	85.6	
P 3	29. 12. 39	408	78.-	100	27-301	27-123	116.-	76.8	
P 4	12. 1. 40	193	40.2	100	41-205	27-178	105.2	80.-	
P 5	2. 4. 40	126	37.-	100	41-411	27-246	109.8	74.6	
P 6	22. 11. 40	528	44.2	100	54-274	27-205	130.8	92.2	Hungertier
P 7	24. 11. 40	747	43.9	100	41-876	27-232	157.3	87.8	Normaltier

Aus den Größenmessungen wurde nun eine Unterteilung der Inseln nach ihrer Form in runde, ovale und längliche vorgenommen. Nach dem Längendurchmesser verteilen sich die einzelnen Inseln wie folgt:

bis 50 $\mu$	57.2	39.—	3.9 %
51—100 $\mu$	24.9	53.6	21.5 %
101—150 $\mu$	9.3	38.2	52.5 %
151—200 $\mu$	3.3	35.5	60.9 %
201—250 $\mu$	8.—	—	92.— %
über 250 $\mu$	—	7.1	92.9 %

Insgesamt waren vorhanden: 20.99 % runde, 43.14 % ovale und 35.86 % längliche Inseln.

Wie aus den Tötungstagen ersichtlich ist, wurden die Tiere vor, während und nach dem Winterschlaf getötet. Es zeigte sich, daß die Zahl der Langerhans'schen Inseln pro 50 qmm Fläche in der ersten Zeit des Winterschlafes stark vermehrt ist und zwar bis über das zweifache, und daß sie langsam bis

gegen Mitte Januar wieder zur Norm zurückkehrt ( $P_1 - P_5$ ). Bei den untersuchten Tieren handelt es sich um solche, die ein Alter von etwa  $1\frac{1}{2}$  bis  $1\frac{3}{4}$  Jahren bei der Tötung hatten. Tier 6 hatte vor dem Tode eine 16-tägige Hungerkur mitgemacht, während Tier 7 normal gefüttert worden war. Aus der Tabelle ersieht man, daß diese Hungerkur von 16 Tagen keinen Einfluß auf die Zahl der Langerhans'schen Inseln hatte.

Bezüglich der Größe derselben ist zu erwähnen, daß sich auch diese, wenn auch nur in geringerem Ausmaße, während des Winterschlafes etwas ändert. Diese Änderung ist nicht nur aus der Vergrößerung der durchschnittlichen Längen- und Breitenmaße zu ersehen, sondern auch aus der folgenden Zusammenstellung über die Verteilung der einzelnen Größenklassen.

	-50 $\mu$	-100 $\mu$	-150 $\mu$	-200 $\mu$	-250 $\mu$	über 250 $\mu$
P 1	9	57	23	8	1	2 %
P 2	12	41	32	9	2	4 %
P 3	14	42	35	3	4	2 %
P 4	20	46	27	7	—	0 %
P 5	13	55	20	6	5	1 %
P 6	3	43	35	15	4	0 %
P 7	7	38	30	9	10	6 %
Durchschnitt	10,1	46	29	8,1	3,7	2,1 %

Wir finden also während des Winterschlafes einmal eine Neubildung von Langerhans'schen Inseln, weiter ein Wachstum derselben mit einem Durchmesser von über 100  $\mu$ , wobei die Zahl der Inseln mit einer Größe von 50 bis 100  $\mu \varnothing$  zu Beginn des Winterschlafes plötzlich abfällt, um im weiteren Verlaufe wieder zur Norm zurückzukehren.

Aus der nachstehenden Tabelle 8 kann weiter entnommen werden, daß die vorerwähnte Neubildung der Inseln vor allem runde Formen zeitigt, während das Wachstum der größeren Klassen über 100  $\mu$  Durchmesser längliche und ovale Formen hervorbringt. Beim Hungertier sehen wir dagegen keine Neubildung von Inseln, wohl aber eine leichte Vergrößerung derselben, die sich auf die Größenklasse zwischen 50 und 200  $\mu$  Durchmesser erstreckt.

Tabelle 8.

Tier-Nr.	- 50 $\mu$			51-100 $\mu$			101-150 $\mu$			151-200 $\mu$			201-250 $\mu$			über 250 $\mu$		
	l	o	r	l	o	r	l	o	r	l	o	r	l	o	r	l	o	r
P <sub>1</sub>		6	3	15	28	14	10	10	3	4	3	1	1			2		
P <sub>2</sub>		5	8	5	31	10	20	12	3	6	4		2			3	1	
P <sub>3</sub>		3	11	7	23	12	19	15	1	3			4			2		
P <sub>4</sub>		7	12	10	22	15	11	13	3	3	4							
P <sub>5</sub>		3	9	10	30	15	13	6	1	5	2		3		1	2		
P <sub>6</sub>		2	1	7	26	10	13	14	8	10	3	2	4					
P <sub>7</sub>	3	4		16	17	6	23	8		5	2		9		1	6		

l = länglich, o = oval, r = rund.

Als Ergänzung zu diesen Untersuchungen wurden Gefrierschnitte des Pankreas nach Gros-Schultze gefärbt und auf das Vorhandensein von versilberten Zellen geprüft. Diese Zellen sind nach Ferner ein Ausdruck für die Ruhestellung von reifen Inselzellen (Zellen ohne Insulinproduktion), resp. für unreife Inselzellen. Die mikroskopische Untersuchung der so gefärbten Schnitte ergab folgendes:

P 1	Silberzellen in einzelnen Inseln in geringer Zahl vorhanden
P 2	„ fehlen
P 3	„ nur ganz vereinzelt
P 4	„ in größeren Inseln mäßig vorhanden
P 5	„ vorhanden
P 6	„ in zahlreichen Inseln vereinzelt bis mäßig (Hungertier)
P 7	„ in den Inseln vorhanden.

Aus diesen Untersuchungen ist zu ersehen, daß unter normalen Verhältnissen und auch im Hunger die Langerhans'schen Inseln neben funktions-tüchtigen Zellen auch unreife und Zellen ohne Insulinproduktion enthalten. Während des Winterschlafes dagegen sind solche Zellen überhaupt nicht oder nur in geringer Menge nachweisbar.

Jedenfalls ist als Resultat der histologischen Untersuchungen anzuführen, daß während des Winterschlafes der Waschbären eine Hyperplasie der Langerhans'schen Inseln sowohl der Zahl als auch der Größe nach besteht. Aus dieser Hyperplasie ist infolge Fehlens unreifer Inselzellen auf eine vermehrte Insulinbildung zu schließen, und zwar scheint nach der Änderung der Zahl der Inseln das Insulin zu Beginn des Winterschlafes stark vermehrt zu werden (Insulinstoß), während die Überproduktion im Verlaufe des Schlafes nachläßt und etwa Mitte Januar wieder zur Norm zurückkehrt.

Wenn auch bei verschiedenen Tierarten durch den Hyperinsulinismus bedingte hypoglykämische Krämpfe auftreten, so finden wir doch bei anderen Tieren, daß die Krämpfe auch ausbleiben können. Das ist besonders dann der Fall, wenn die Tiere gleichzeitig stark abgekühlt werden. Cassidy, Dvorkin und Finney weisen darauf hin, daß abgekühlte Säugetiere unter Insulineinwirkung völlig den Eindruck von winterschlafenden Tieren machen. Sie sind poikilotherm, haben kein Muskelzittern, sind bewußtlos und haben eine außerordentlich starke Herabsetzung des Stoffwechsels.

Daß die in der Winterruhe des Waschbären auftretenden Veränderungen des Stoffwechsels, wie sie sich in der Ausscheidung der verschiedenen Harnbestandteile zeigen, nicht allein durch den Hunger bedingt sind, darauf wurde ja schon mehrfach im vorigen Abschnitt hingewiesen. Durch die verschiedenen Untersuchungen, insbesondere von Kay, Eaton, Barnes und Bergmann, dann von Auberth und Mollaret und von Aschner wissen wir, daß durch eine vermehrte Insulinzufuhr eine starke N-Einsparung erfolgt, resp. im Zustand des Eiweißgleichgewichtes die N-Rotation vermehrt ist, also eine Hemmung des Eiweißstoffwechsels stattfindet. Diese Untersuchungen erklären nun die beim Waschbären fast immer gefundene positive N-Bilanz trotz sehr geringer zugeführter Eiweißmengen. Eine weitere Wirkung des Insulins ist darin zu sehen, daß im Gegensatz zum Hunger während des Winterschlafes keine Acetonurie besteht und auch keine Hunger-Glykosurie vorhanden ist.

## IV. Sonstige Befunde.

Über meine Anregung haben Tischer und Seidl (1941) die Fette der vor, während und nach dem Winterschlaf, resp. nach dem Hungerversuch getöteten Tiere untersucht. Die Bezeichnungen 1—7 sind analog den im vorigen Abschnitt angeführten.

Der Wassergehalt des Fettgewebes betrug in Prozent:

	im Körperfett	Nierenfett	Darmfett
Nr. 6 (Hungertier)	5	4.9	3.3
Nr. 7 (norm. gefüttert)	7.2	6.8	11.3

Da nach den bisherigen Erfahrungen der Wassergehalt des Fettes durch langen Hunger eine Erhöhung erfährt, ist in unserem Falle anzunehmen, daß die 16 tägige Hungerzeit doch zu kurz war, um eine Vergrößerung des Wassergehaltes zu bewirken. Die Untersuchung zeigt weiter die auch bei unseren Haustieren immer wieder gemachte Beobachtung, daß der Wassergehalt des Fettes nicht an allen Körperstellen gleich ist.

Die gefundenen Kennzahlen der Fette der winterschlafenden Tiere sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 9.

Tier Nr.	Fettart	Schmelzpunkt °C	D <sub>4</sub> <sup>20</sup>	nD <sub>40</sub> <sup>40</sup>	N Z.	V. Z.	EsterZ.	J. Z.	Rh. Z.	Re-Me. Z.	Po. Z.	OH-Z.	Unver-seifbar %
1	K	25	0.9149	1.4609	0.45	206.5	206.1	64.6	45.1	0.58	0.58	2.1	0.18
	N	28	0.9257	1.4625	—	212.0	—	57.8	51.0	1.39	0.69	—	—
	D	38	0.9236	1.4612	—	210.4	—	50.6	43.5	1.10	0.98	—	—
2	K	23	0.9130	1.4613	0.67	204.0	203.3	66.7	46.3	0.68	0.33	0.9	0.09
	N	28	0.9111	1.4619	—	204.1	—	61.9	54.9	0.62	0.46	—	—
	D	40	0.9196	1.4601	—	207.6	—	50.5	43.3	1.03	0.88	—	—
3	K	22	0.9114	1.4616	0.96	204.7	203.7	68.4	48.9	0.87	0.56	2.3	0.13
	N	28	0.9134	1.4614	0.15	203.3	203.1	63.9	56.0	0.77	0.58	2.0	—
	D	40	0.9159	1.4602	0.15	205.4	205.2	51.5	45.0	1.01	0.69	2.7	—
4	K	24	0.9150	1.4611	1.22	203.8	202.6	65.4	48.3	0.55	0.36	1.2	0.13
	N	28	0.9215	1.4609	—	204.3	—	61.2	54.2	0.78	0.60	—	—
	D	40	0.9205	1.4595	—	207.0	—	48.4	41.2	0.70	0.59	—	—
5	K	22	0.9128	1.4610	0.11	202.9	202.8	65.0	47.3	0.49	0.42	1.0	0.14
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D	38	0.9258	1.4610	—	207.8	—	48.4	42.0	0.63	0.66	—	—

K = Körperfett, N = Nierenfett, D = Darmfett.

Tischer und Seidl führen an, daß das Fett des Waschbären Nr. 4 am stärksten angefärbt war, was auf eine Anreicherung von Carotinoiden hinweist. Die Schmelzpunkte des Nieren- und Darmfettes sind höher als des Körperfettes. Ein interessantes Bild ergaben die Jod- und Rhodanzahlen der untersuchten Fette. Die Körperfette weisen die höchsten JZ auf, die

Nierenfette geringere und das Darmfett die geringsten. Bei den Darmfetten wurden die niedrigsten Rh-Z gefunden, dann folgten das Körperfett und das Nierenfett. Die Differenzen zwischen JZ und Rh-Z weisen darauf hin, daß die Glyceriden der Körperfette einen beträchtlich höheren Anteil an zweifach ungesättigten Säuren enthalten als die Nieren- und Darmfette. Weiter geben Tischer und Seidl an, daß der Anstieg der JZ und Rh-Z in den ersten 4 Wochen des Ruhestadiums der Waschbären eine Vermehrung der ungesättigten Säuren in den Glyceriden anzeigt. Es erscheint nun nicht ausgeschlossen, daß die Erhöhung der JZ mit der vermehrten Insulinausschüttung zusammenhängt, denn Baer, Scoz und Boeri konnten eine solche experimentell bei Hunden durch Insulineinspritzungen erreichen.

Zum Schluß sollen noch einige Befunde aus dem Hungerversuch mitgeteilt werden (in Klammer % vom Leb.-Gew.):

	Nr. 6 (Hungervers.)	Nr. 7 (normal)
Körperfett	1391.7 g (24.42 %)	1590.9 g (24.84 %)
Darm-Netz-Fett	115 g ( 2.01 %)	120.5 g ( 1.88 %)
Nierenfett	44 g ( 0.77 %)	47 g ( 0.73 %)
Schilddrüsen	2.6 g ( 0.0456 %)	3.71 g ( 0.0579 %)
Nebennieren	0.86 g ( 0.015 %)	0.89 g ( 0.0139 %)
Pankreas	9.48 g ( 0.166 %)	15.14 g ( 0.2366 %)
Nieren	214.5 g ( 0.376 %)	25.85 g ( 0.404 %)
Milz	116.4 g ( 0.209 %)	115.2 g ( 0.018 %)

Die PH-Werte waren im

Magen	5	4.3
Duodenum	6.45	5.1
Dünndarmabschnitt I	6.8	6.95
„ II	6.6	5.9
„ III	6.5	6.2
„ IV	6.55	6.4
Dickdarm	6.4	6.17
Kot	5.75	5.75

Wenn wir die Befunde von beiden Tieren vergleichen, so ist betreffs des Fettpolsters zu erwähnen, daß im Hunger vor allem das Körperfett angegriffen wird, während Darm- und Nierenfett bei nicht zu langer Dauer der Hungerzeit erhalten bleiben. Weiter sehen wir im Hunger eine relativ schnellere Abnahme des Gewichtes von Schilddrüse, Pankreas, Leber und Nieren, nicht aber von Nebennieren und Milz.

Interessant sind auch die an den verschiedenen Stellen des Magen-darmkanals festgestellten PH-Werte. Beim gefütterten Tier ist der Wert im Magen und Zwölffingerdarm niedriger als beim Hungertier, während die Verhältnisse in den Dünndarmabschnitten entgegengesetzt liegen. Dies deutet beim Hungertier auf eine geringe Sekretion von HCl im Magen und auf von vorn nach rückwärts schreitende bakterielle Zersetzung in dem eiweißreichen Darminhalt. Der Kot zeigt bei beiden Tieren den gleichen PH-Wert.

#### V. Zusammenfassung.

1. Durch die vorliegenden Untersuchungen wurde die Frage des Stoffwechsels beim Waschbären während des Winterschlafes zu klären versucht, um auch die Frage „Winterruhe oder Winterschlaf“ zu bereinigen.

2. Zur Durchführung der Versuche standen 2—3 Waschbären zur Verfügung, von denen 2 (1,1) durch alle drei Versuchsreihen in Verwendung standen. Das Alter der Tiere betrug in der 1. Versuchsreihe 8 Monate und stieg in der letzten Reihe auf über 4 Jahre, so daß alle Lebensalter vertreten sind. Zum Vergleich wurde mit einem anderen Tiere ein Hungerversuch angestellt.

3. Die Abnahme des Lebendgewichtes während des Winterschlafes schwankte bei den einzelnen Tieren zwischen 13,3 und 35,2 %. Das männliche Tier hatte in allen drei Versuchsreihen eine größere Gewichtsabnahme als die weiblichen Tiere. Ein Einfluß der Kälte auf die Gewichtsveränderungen während des Winterschlafes konnte zwar nicht sicher festgestellt werden, doch war der Schlaf in den milden Wintern nicht so tief.

4. Während der drei Versuchsreihen beobachteten wir in der Ausnutzung der verschiedenen Nährstoffe ein gegensätzliches Verhalten. In den Versuchsreihen 1937/38 und 1940/41, also bei den ganz jungen und den alten Tieren, sehen wir eine allgemeine Verschlechterung der Ausnutzung, je länger die Unterernährung dauert, und eine Verbesserung beim Eintritt einer ausgiebigeren Ernährung. Bei den erwachsenen, etwa mittelalten Tieren tritt dagegen eine deutliche Verbesserung der Ausnutzung gegen den Höhepunkt der Winterruhe ein, die sich auf alle Nährstoffe erstreckt.

5. Die Kotmenge sinkt mit der geringeren Nahrungsaufnahme. Bei den jüngeren Tieren ist die Durchgangszeit der Nahrung kürzer, bei den älteren Tieren die Zahl der kotfreien Tage geringer. Es wurden daher bei letzteren die Futtermittel im Darm längere Zeit zurückgehalten. Die Trockensubstanz des Kotes nimmt in der Zeit des Winterschlafes erheblich zu (von 22 % auf ca. 34 %). Aus dem Vergleich mit dem Hungertier entnehmen wir, daß die Veränderung in der TS. in beiden Fällen gleichlaufend ist, die Eindickung also auf die verminderte resp. eingestellte Nahrungszufuhr zurückzuführen ist. Die absolute Menge der im Hungerkot befindlichen Nährstoffe sinkt, nur beim Rohprotein finden wir eine absolute und relative Steigerung, die sich aus der Herkunft des Hungerkotes (körpereigene Stoffe, wie Stoffwechselprodukte, Abstoßungen der Darmschleimhaut usw.) erklärt.

6. Der Darm der winterschlafenden Tiere enthält keinen Zucker und kein Aceton, während diese Stoffe im Hungerversuch schon ab 3. Hungertag sichergestellt wurden. Wenn man die tägliche Durchschnittsmenge der einzelnen Harnbestandteile betrachtet, so sieht man, daß der Tiefpunkt des Stoffwechsels sowohl bei den organischen als auch bei den anorganischen Bestandteilen in die Zeit vom 8. bis 20. Januar fällt. Die N-Ausscheidung fiel im Winterschlaf auf 12—17 % der ursprünglichen, während im Hungerversuch bei der gleichen Zahl der Fasttage die N-Menge nur auf etwa 50 % gesunken war. Aus diesem verschiedenen Verhalten der

N-Ausscheidung kann geschlossen werden, daß neben dem Hunger auch noch andere Faktoren bei der Verminderung des N-Stoffwechsels mitwirken müssen.

7. Die N-Bilanz während des Winterschlafes blieb mit einer einzigen Ausnahme immer positiv, obwohl die Menge des zugeführten Nahrungseiweißes bis auf ein Drittel gefallen war. Daraus ergibt sich, daß

- a) die Gewichtsverminderung in erster Linie auf das schwindende Reservefett zurückzuführen ist,
- b) der Waschbär in dieser Zeit mit ganz geringen Mengen von Nahrungseiweiß sein Auskommen findet und
- c) deutet dieses Verhalten darauf hin, daß hormonale Einflüsse mit am Werke sind.

8. An der Schilddrüse wurden histologisch keine Veränderungen festgestellt. Am Pankreas dagegen sehen wir eine Hyperplasie der Langerhans'schen Inseln sowohl der Größe als auch der Zahl nach. Aus dieser ist auf eine vermehrte Insulinbildung zu schließen, die in Form eines „Insulinstoßes“ zu Beginn des Winterschlafes zu wirken scheint.

9. Auf unsere Veranlassung führten Tischer und Seidl die Untersuchung der Fette von zu verschiedenen Zeiten im Winterschlaf getöteten Waschbären durch. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß die gefundene Erhöhung der zweifach ungesättigten Fettsäuren mit der vermehrten Insulinausscheidung zusammenhängt.

10. Die an zwei Waschbären in drei Winterschlafperioden durchgeführten Untersuchungen über den Stoffwechsel derselben führten zu dem Ergebnis, daß es sich beim Waschbären mit größter Wahrscheinlichkeit um einen Hyperinsulinismus handelt. Wenn auch Unterschiede mit dem Winterschlaf der eigentlichen sog. Winterschläfer vorhanden sind, so bestehen doch mit Rücksicht auf die hormonale Ursache keine Bedenken, den Vorgang beim Waschbären gleichfalls als „Winterschlaf“ zu bezeichnen.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden mit Unterstützung der früheren Deutschen Forschungsgemeinschaft an meiner ehemaligen Wirkungsstätte, dem anatom.-physiolog. Institut der Landw. Hochschule in Tetschen-Liebwerd durchgeführt.

#### Literaturverzeichnis.

- Abderhalden, — Lb. d. physiol. Chem. 3. Aufl. p. 1475.  
 Adler, 1926, — Handbuch der normalen u. patholog. Physiologie. 17, p. 107.  
 Allner, 1939, — Die Zucht des Waschbären. München, p. 48.  
 Amman und Mourot, 1933, — C. r. Sci. Paris 196, p. 504.  
 Aschner, — Zit. nach Oppenheimer, Handb. d. Biochem. 9, p. 487.  
 Aubertin und Mollaret, 1932, — Zit. nach Trendelenburg: Die Hormone 2, p. 396.  
 Baer, Scoz und Boeri, 1935, — Zit. Ber. Physiol. 93, p. 80.  
 Barkov, — Zit. nach Suomalainen 1939.

- Biery und Kollmann, 1928, — Zit. Ber. Physiol. 50, p. 668.  
Bode, 1933, — Der Deutsche Pelztierzüchter 1933, p. 467.  
do., 1936, — Der Deutsche Pelztierzüchter 1936, p. 147.  
Brinken, 1936, — Der Deutsche Pelztierzüchter 1936, p. 126.  
Brugsch, 1928, — Deutsche med. Wochenschrift 1928, p. 1501.  
Calinowski, 1936, — Zit. Ber. Physiol. 97, p. 535.  
Camble, Roß und Tisdal, 1923, — Zit. Ber. Physiol. 25, p. 47.  
Caridroit, — Zit. Der Deutsche Pelztierzüchter 28, p. 71.  
Carpenter, — Zit. Der Deutsche Pelztierzüchter 106, p. 586.  
Cassidy, Dvorkin und Finney, — Der Deutsche Pelztierzüchter 33, p. 367.  
Chiancone, 1933, — Zit. Ber. Physiol. 74, p. 290.  
Cohen, 1924, — Arch. klin. Med. 145, p. 15.  
Dische, Fleischmann und Trevani, — Zit. nach Ferdmann und Feinschmidt 1931.  
Dvorkin und Finney, 1927, Zit. Ber. Physiol. 42, p. 428.  
Eichelberger, 1934, — Der Deutsche Pelztierzüchter 1934, p. 111.  
Ferdmann und Feinschmidt, 1931, — Der Deutsche Pelztierzüchter 8.  
Fleischmann, 1930, — Biol. general. 7.  
Hagemann, 1925, — Anatomie und Physiologie d. Haustiere 2, p. 185.  
Kay, Eaton, Barnes u. Bergmann, — Zit. Der Deutsche Pelztierzüchter 115, p. 598.  
Klinke, 1931, — Der Mineralstoffwechsel, Leipzig, p. 113.  
Krzywanek, 1939, — Lb. d. Vet. Physiol., Berlin, p. 238.  
do., 1929, — Zit. nach Mangold 2, p. 307.  
Liebesny, 1920, — Zeitschr. physik. u. diätet. Therap. 24, p. 182.  
Loeper u. Fleurin, — Zit. Der Deutsche Pelztierzüchter 105, p. 220.  
Mangold, 1930, — Handbuch der Ernährung der landw. Haustiere 3, p. 186.  
Martel, 1930, — Münchener tierärztliche Wochenschrift 1930, p. 195.  
Merzbacher, 1904, — Ergebn. Physiol. 3, p. 214.  
Moehre, — Zit. nach Stichel 1936.  
Morgulies, 1923, — Hunger und Unterernährung, Berlin.  
Morgulies, Bollmann u. Brown, — Zit. Der Deutsche Pelztierzüchter 47, p. 575.  
Nagai, — Zit. nach Morgulies 1923.  
Neseni, 1939, — Zeitschrift für Tierernährung und Futtermittelkunde 3, p. 126.  
Pechuel-Loesche, 1890, — Brehms Tierleben. 3. Aufl. 2, p. 123.  
Stichel, 1936, — Der Deutsche Pelztierzüchter 1936, p. 397.  
Suomalainen, 1939, — Nature London 1939, II, p. 443.  
Tischer, 1934, — Zeitschr. f. Pfl. Ern. etc. Teil A, 33, p. 192.  
Tischer u. Seidl, 1941, — Zeitschr. f. physiol. Chem. 268, p. 114.  
Valentin, — Zit. nach Ferdmann und Feinschmidt 1931.  
Winterstein, — Handbuch der Physiologie 3, 2, p. 69.
-